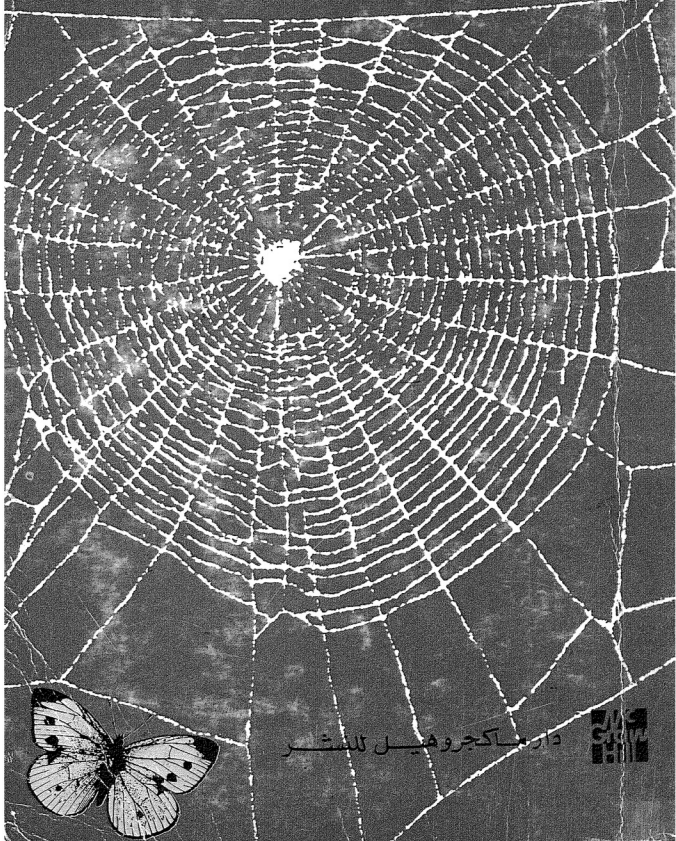


اساسيات علم الحيوان

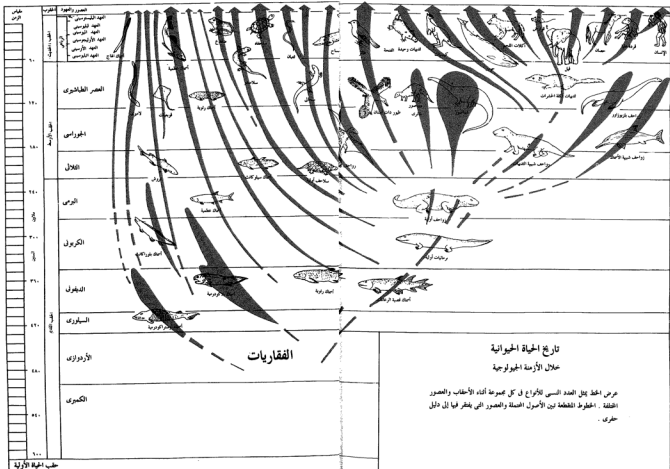
فراسى. ستورر روبرت ل. يوسنجر جيمس و. ليكاين روبرت س. ستينس

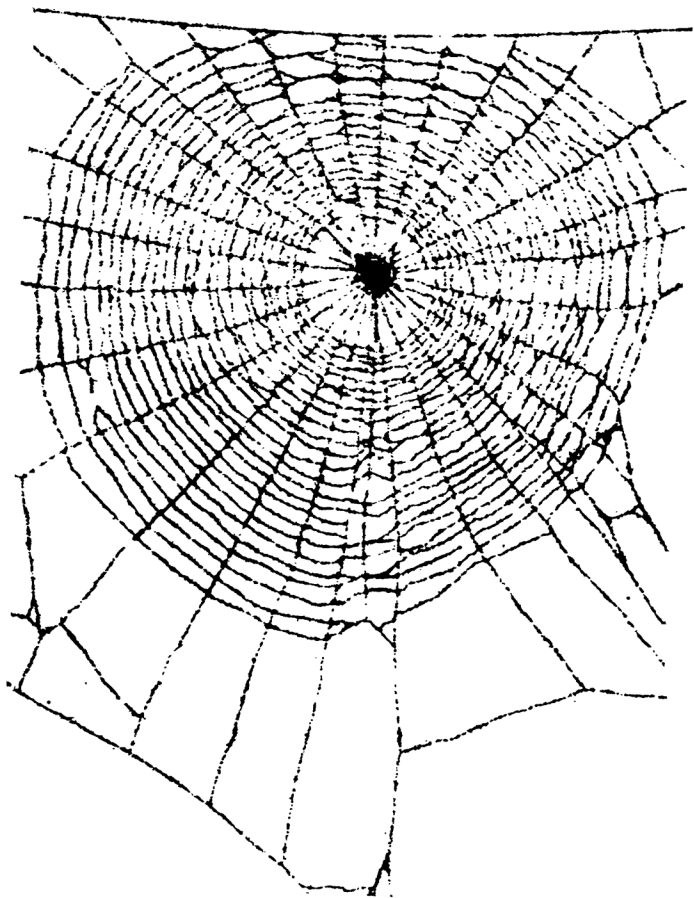


دار ماكجرو هيل للنشر



اساسيات علم الحيوان





أساسيات علم الحيوان

الطبعة الرابعة

تأليف

روبرت ل . يوسنجر
أستاذ علم الحيوان
جامعة كاليفورنيا - بيركلي

قراس ي. ستورر
أستاذ علم الحيوان
جامعة كاليفورنيا - دافيس

روبرت س . ستينس
أستاذ علم الحيوان
جامعة كاليفورنيا - بيركلي

جيمس و . نيباكين
أستاذ العلوم البيولوجية
جامعة ولاية كاليفورنيا - هيوارد

ترجمة ومراجعة

أ. د. رمي بولس جرجس
أستاذ البيئة وسلوك الحيوان
بكلية العلوم - جامعة القاهرة

أ. د. محمد عبد الواحد سليمان
أستاذ التشريح المقارن
بكلية العلوم - جامعة القاهرة

أ. د. يحيى السعيد العاصي
أستاذ التشريح المقارن
كلية العلوم - جامعة القاهرة

دار ماكجروهيل للنشر



نيويورك . سانت لويس . سان فرانسيسكو . أوكلاهو . بوجوتا . دوسلدورف . جوهانسبرج . لندن . مدريد . مكسيكو . مونتريال . نيودلهي . ساو باولو . ساو باولو . ستغافورة . سيدني . طوكيو . تورنتو . القاهرة .

أساسيات علم الحيوان

ELEMENTS OF ZOOLOGY.

حقوق التأليف © ١٩٧٧ ، ١٩٦٨ ، ١٩٦١ ، ١٩٥٥ دار
ماكجروهيل للنشر إنك جميع الحقوق محفوظة .

الطبعة العربية ١٩٨٣ تصدر بالتعاون مع المركز الدولي للترجمة
والنشر ICT بالقاهرة والاسكندرية .

لا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو إختزان مادته بطريقة
الاسترجاع أو نقله على أى وجه أو بأى طريقة سواء كانت الكترونية أو
ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك إلا بموافقة الناشر
على هذا كتابة ومقدماتاً .

ISBN 0.07-061757-0

محتويات الكتاب

٩	تقديم
	الجزء الأول : بيولوجية الحيوان
١٥	الفصل الأول : المقدمة
٣٣	الفصل الثاني : مواد جسم الحيوان
٨٧	الفصل الثالث : غطاء الجسم ، الهيكل ، وعضلات الجسم
١٠٧	الفصل الرابع : الأجهزة الهضمية والأبيض
١٢٩	الفصل الخامس : الأجهزة الدورية
١٤٥	الفصل السادس : الأجهزة التنفسية
١٥٧	الفصل السابع : الأجهزة الإخراجية والتنظيم
١٧٣	الفصل الثامن : الغدد أو الأجهزة الصماء
١٨٧	الفصل التاسع : الأجهزة العصبية ، أعضاء الحس ، وسلوك الحيوان
٢١٣	الفصل العاشر : التكاثر والتكوين
٢٣٩	الفصل الحادى عشر : توارث الصفات وعلم الوراثة
٢٧٣	الفصل الثانى عشر : علم البيئة والتوزيع الحيوانى
٣١٧	الفصل الثالث عشر : التطور العضوى
	الجزء الثانى : عالم الحيوان
٣٥٥	الفصل الرابع عشر : تصنيف الحيوانات
٣٨٩	الفصل الخامس عشر : الأوليات
٤١٣	الفصل السادس عشر : الاسفنجيات واللاسعات
٤٣٧	الفصل السابع عشر : الديدان المفلطحة والديدان المستديرة
٤٥٩	الفصل الثامن عشر : الجلد شوكيات ومجموعات متنوعة
٤٨٥	الفصل التاسع عشر : الرخويات
٥٠٣	الفصل العشرون : الديدان المعقلة
٥١٩	الفصل الحادى والعشرون : الحيوانات مفصلية القدم

٥٤٧	الفصل الثاني والعشرون : الحشرات
٥٨١	الفصل الثالث والعشرون : مقدمة للحيليات
٥٩٥	الفصل الرابع والعشرون : الأسماك
٦٢٣	الفصل الخامس والعشرون : البرمائيات والزواحف
٦٦١	الفصل السادس والعشرون : الطيور
٦٧٩	الفصل السابع والعشرون : الثدييات
٧٠١	الفصل الثامن والعشرون : الإنسان
٧٢١	الفصل التاسع والعشرون : الإنسان والبيئة
٧٣١	كشف تحليلي

تقديم

قصد بهذا الكتاب أن يكون نصا لمقرر تمهيدى فى المعاهد والجامعات ، وعلى الأخص فى الحالات التى يدرس فيها الطالب علم الحيوان فى فصل دراسى واحد . وقد وضع الكتاب فى نمط خاص ، ولكنه يتبع فى مضمونه كتاب الحيوان العالم الكبير لنفس المؤلفين (ماكجروهيل) . ينقسم كلا الكتائين إلى جزئين رئيسيين : يغطى الجزء الأول مبادئ بيولوجية الحيوان ، والجزء الثانى يتضمن دراسة للمجاميع الرئيسة للأوليات والحيوانات .

تتضمن مناقشة كل نوع من الكائنات شرح للتركيب والعمليات الجسمية ، مع ملخص لعاداته وتكاثره . وقد أخذت فى الاعتبار علاقة الحيوانات مع بيئتها الطبيعية وأهميتها للإنسان . وعند نهاية كل فصل قدمت أسئلة للمراجعة حتى يتمكن الطلاب من اختبار مدى إداركهم وفهمهم لمادة الموضوع . ونظر لضيق المساحة ، فإن قوائم المراجع الموجودة فى الكتاب الكبير قد ألغيت .

وقد ميزت الكلمات الفنية والعلمية فى النص بإستخدام طرق مختلفة فى الكتابة : فالكلمات التشرىحية وألفاظ أخرى خاصة كتبت بالبنط الداكن مثل ، فقرة ، جاميت ؛ الأسماء العلمية للأجناس والأنواع كتبت بحروف مائلة مثل رانايبييس ، موسى ؛ وأسماء الفصائل والمجاميع التصنيفية العليا كتبت بحروف كبيرة مثل الكيوليبيدى ، الأوليات أسماء الحيوانات أو المجاميع الحفرية يسبقها علامة + .

تتضمن الطبعة الرابعة من كتاب أساسيات علم الحيوان كثير من التغييرات ، قد تكون أكثر رسوخا من تلك التى كان يحتوينا الكتاب من قبل . ول هؤلاء الذين كانوا يستخدمون الكتاب لمدة طويلة ، فإن التغيير الواضح سيكون فى عدم وجود الفصل التقليدى عن الضفدع (الفصل الثانى فى الطبعت السابقة) . وأدخلت المظاهر الهامة لهذا الفصل فى فصل ٢٥ الخاص بالزواحف والبرمائيات . وقد إتخذ هذا القرار الصعب بعد مناقشات منطقية مع كثير من المراجعين والمستخدمين للكتاب ، وكانت جميعها ضد وجود هذا الفصل فى الطبعت السابقة . وإننا نأمل أن يكون قرار تأجيل دراسة

الضفدع إلى مكان متأخر من الكتاب وفي سياق الكلام عن البرمائيات الأخرى ، قد رفع درجة الإستفادة من الكتاب ، كما أفاد في حسن تسلسل مناقشة المبادئ الأساسية .

والتغير الأساسى الثانى هو إضافة فصل آخر يختص بالإنسان وعلاقته بباقي العالم الحى . هناك مشاكل أزلية تواجه بقاء وإستمرار الإنسان وتنظيماته الإجتماعية ، ومعظم هذه المشاكل أساسها بيولوجى . ولقد شعر المؤلفون أنه كان لزاما عليهم أن يقدموا فصلاً مختصراً يمكن أن يعطى على الأقل خلاصة لهذه المشاكل ، ويقدم منظورا لعلاقتها بمبادئ علم البيولوجى . وإن لم نكن قد فعلنا ذلك نكون مقصرين في واجباتنا كبيولوجيين .

تتضمن الأجزاء الجديدة التى أضيفت إلى هذه الطبعة الرابعة مناقشة لعوامل الكائنات ، وتطور الحيوانات عديدة الخلايا المتنوعة ، وكيمياء إنقباض العضلات وعضيات الخلية المرتبطة به ، وأهمية الجرف القارى في تطور الفونات ، ودور DNA في التوارث ، وفيرومونات الحشرات ، والوراثة الطبية في الإنسان . وقد أضيفت أسئلة جديدة كثيرة إلى أسئلة المراجعة في نهاية كل فصل .

الأجزاء الخاصة بفسولوجية الخلية وكيمياءها الحياتية ، قد أعيد كتابتها وروجعت بعناية . كما أدخل التقدم الحديث في فهم وظائف الأجهزة العضوية المختلفة في فصول الكتاب المناسبة . وقد روجعت فصول الجزء الثانى من الكتاب لتعكس نتائج الأبحاث الحديثة والجديد في التصنيف .

وقد استخدمت التسمية العلمية الحديثة في هذه الطبعة الرابعة . ومن أوضح التغيرات في هذا المجال هو اختيار الاسم العلمى « اللاسعات » ليحل محل الاسم القديم وهو الجوفعمويات . وهذا الاختيار تم لمجاراة معظم الكتب الكبيرة في اللافقاريات ، والتى تستخدم الآن هذا الاسم العلمى .

الصور الإيضاحية التى كانت تظهر على رأس كل فصل في الطبعة الثالثة قد أزيلت أو أدخلت في المكان المناسب بالنص نفسه . وأضيفت صور فوتوغرافية جديدة لتوضح تنوع حياة الحيوان ولتفسر المناقشات الموجودة في النص .

وهذه الملحقات يمكن الاستفادة منها : كتاب عملى معمل فى علم الحيوان يتبع خطى كتابى أساسيات علم الحيوان وعلم الحيوان العام الكبير . وقد كتب كتيب تعليمى خصيصا لكتاب أساسيات علم الحيوان . ويحتوى الكتيب التعليمى على

الارشادات العملية الموجودة في كتاب المعلم الصادر في ١٩٦٥ ؛ بالإضافة إلى أسئلة اختبار عديدة ، وبعض المساعدات لتحصيل الجزء النظري من المقرر . وفي النهاية توجد ١٠ أفلام ٣٥ مم قام بتحضيرها العالم الراحل تراسى أ. ستودر ، ويمكن الحصول عليها من قسم الأفلام في ماكجروهيل وعناوينها : الأوليات ، الاسفنجيات والجوفمعويات ، الديدان المفلطحة ، الديدان المستديرة ، الجلد ثوكيات ، الرخويات ، الديدان المعقدة ، طائفة القشريات ، طائفة الحشرات ، والحلييات .

نود أن نشكر الأشخاص التاليين ، لقيامهم بمراجعة المخطوط أثناء مراحل إعدادة المختلفة : تروى بست ، جون بوجاز ، لانيير بيرد ، جون كوجنز ، جيمس دوني ، إيوجين إيستس ، وليام هاند ، ترافس كانكي ، رونالد كلجن ، جيمس لين ، جوردون ليفرسى ، دانييل سيمونز ، روبرت ستورر وجيمس أندرهيل .

جيمس و. نياكن

روبرت ك. ستينز

الجزء الأول
بيولوجيا الحيوان

لفصل الاول

المقدمة

١ - ١ العالم الفيزيقي

تتكون الأرض من صخور غير حية (جامدة) ، وفلزات ، وتربة وماء . وخلال ملايين السنين دفعت قشرتها إلى أعلى وثنيت بواسطة البراكين وقوى أخرى ، وتآكلت بواسطة العوامل الجوية والبحر . ونتج على السطح من هذه العوامل الطبيعية المضادة ظهور الجبال ، والوديان ، والسفوح ، والقفارات ، والجزر ، والبحار ، والأنهار والبحيرات . والمسافة بين أعلى قمة في الجبال وأعمق منطقة في أكبر المحيطات تمثل ٣,٠٪ من نصف قطر الأرض . وتختلف التربة والصخور والظواهر الأخرى في التركيب ، والبنية ، والمميزات الأخرى طبقاً للمعادن المكونة لها وأيضاً لتاريخها الجيولوجي . يغطي الماء نحو ٧٢٪ من سطح الأرض . يحتوي الماء العذب في البحيرات والمجاري على كميات قليلة من الكيماويات المذابة ، بينما تحتوي المياه الداخلية سواء كانت نصف مالحة أو قلبية على محتوى معدني أكبر . وتصل نسبة الأملاح المذابة في مياه البحار ، الأنهار والمخلفات المتصلة بها إلى ٣,٥٪ وأغلبها من كلوريد الصوديوم (ص كل) .

يتسبب الدوران اليومي للأرض على محورها في تعاقب النهار والليل ، ودائرة الأرض الطولية في مدارها الأهلجي المائل حول الشمس هي المسئولة عن تغير الفصول . وبالتعبئة فإن الإشعاع الشمسي المؤثر يختلف من مكان لآخر . وهذا يفسر التغيرات المحلية في درجة حرارة التربة ، والماء ، والهواء ، ويفسر أيضاً التغيرات في توزيع الماء كمطر ، أو ثلج ، أو جليد ، أو بخار ماء ، كما يفسر التغيرات في التحركات المحلية للغلاف الجوي مثل الرياح . تكون هذه التأثيرات مجتمعة ما يسمى بالمناخ . تتعرض المناطق المختلفة من سطح الأرض إلى مناخ متنوع ، حار أو بارد ، رطب أو جاف ، عاصف أو ساكن . وتكون نتيجة كل هذه التغيرات في شكل السطح (الطبوغرافية) ، والعلاقات المائية والمناخ ، هي وجود بيئات فيزيقية متنوعة جداً .

البيولوجيا

١ - ٢ عالم الحياة

تقطن الأرض أشياء حية تسمى كائنات . وهذه تعيش على أو في منطقة سطحية من الأرض ، في الماء العذب ، وفي الماء المالح . ووجود حياة على الكواكب الأخرى أو في أى مكان آخر من الكون ما زال مجهولا . تبقى الكائنات الحية على الأرض ، فقط تحت ظروف فيزيقية معينة منها وجود (١) مواد كيميائية معينة تتكون منها أجسام الحيوانات والنباتات ، (٢) والماء ، (٣) ووسط يحتوى على الأوكسجين ، (٤) وطاقة من الشمس مثل الإشعاع الشمسى الضرورى للنباتات لتصنيع المواد العضوية التى تستخدمها الحيوانات كغذاء ، و (٥) حدود معينة لدرجة الحرارة ، عادة بين الصفر و ٥٥.٠°م (٣٢ - ١٢٢°فهرنهايت) . تحصل بعض الحيوانات على الأوكسجين اللازم لها عن طريق غير مباشر من غذائها ، وبعضها لا يحتاج لضوء الشمس ، وبعضها تحيا فقط في حدود ضيقة من درجة الحرارة .

١ - ٣ تنوع الحياة

يحتوى العالم على عدد ضخم من الكائنات الحية ، ولا يعلم أحد تماما ، ما هو عدد الأنواع أو الكائنات المختلفة التى تسكن كوكبنا ، ولكن حتى لو استبعدت الكائنات الميكروسكوبية والنباتات ، فإن التقديرات تزيد على مليون . يشعر البعض بأنه يوجد نحو ٢ مليون نوع من الحيوانات فقط . وأيضاً أنواع كثيرة انقرضت الآن وكانت تعيش في العصور الجيولوجية الماضية . وبعض الحيوانات عددها كثير جدا بالنسبة للأفراد ، بينما توجد أنواع كثيرة نادرة وغير شائعة . تقطن بعض الفئادح الحية كل منطقة من الأرض يمكن أن تتاح . لذلك توجد كائنات في أماكن غير محتلة مثل الأحاديث العميقة في المحيطات ، وفي الينابيع الحارة ، وحول ثلوج وجليد القطبين الشمالى والجنوبى . كل المياه وتقريبا جميع أسطح الأرض لها مخلوقات حية مميزة تسكن فيها . لا يمكن للمخلوقات الحية أن تعيش وحيدة في فراغ ، ولكنها توجد دائما مع الكائنات الأخرى في بيئة فيزيقية ، وعلى ذلك فإن كل بيئة مختلفة لها مجموعة مميزة من أنواع المخلوقات . وهذه الاعاميع المميزة من الكائنات تتفاعل مع بعضها ومع البيئة الفيزيقيه التى تعيش فيها . ويكوّن مجموع كل هذه التفاعلات المركبة ما سُمى « شبكة الحياة » أو « ميراث الطبيعة » ولكن علماء الحيوان كثيرا ما أطلقوا عليه نظام علم البيئة (فصل ١٢) .

الإنسان أيضاً حيوان وهو لذلك يعيش مع الكائنات الأخرى في بيئة فيزيقية . ورغم أن الإنسان قد استخدم ذكائه وقدرته على صناعة الأدوات في خلق البيئات - المدن والمنازل ، وكمبوسلات الفضاء - التى تعزله لدرجة كبيرة أو صغيرة عن الإحتكاك والتفاعل مع البيئة الفيزيقيه والبيولوجية للكوكب ، إلا أن الإنسان لم يستطع الهروب كلية . فمنازل الإنسان يعتمد على كائنات معينة تتمدد

بالغذاء ، ومازال يعاني من الطفيليات والكائنات التي تصيبه بالأمراض ، كما أنه يتفاعل عادة مع حيوانات أخرى وعلى الأقل مع الإنسان الآخر . ومازال الإنسان يخضع لمبادئ علم الحيوان في أن عملياته الحياتية تشابه مثيلاتها في الحيوانات الأخرى .

بالرغم من الأعداد الضخمة للحيوانات المختلفة في العالم فإن العمليات الأساسية التي تتم لتؤكد استمرار الحياة متشابهة فيما بينها . تنظم جميع الحيوانات وتعمل طبقا لقوانين فيزيقية وبيولوجية محددة . وهذه القوانين والآراء ستشكل الهيكل الذى ستركب عليه الجزء الأول من هذا الكتاب . تبني جميع الحيوانات من عناصر ومركبات كيميائية معينة وتعمل طبقا لقوانين فيزيقية محددة ، وأهمها ما له علاقة بالطاقة . ستغطى القوانين الأساسية في الكيمياء والفيزيقا في الفصل الثانى ، ومعها قالب النيان الأساسى لأى حيوان ، وهو الخلية . الفصول ٣ - ١١ تناقش بالتفصيل العمليات الحياتية الضرورية المختلفة التي يساهم فيها كل كائن حى . فصل ١٢ يفصل المبادئ التي تحكم ترتيب الكائنات في مجموعات متفاعلة ، وفصل ١٣ يناقش استمرار الحياة أثناء الزمن ، موضحا كيفية حدوث التغير مع الزمن .

١ - ٤ العلم

العلم هو المعرفة الحقيقية أو خبرة الإنسان الواقعية المجربة . والعالم هو الشخص الذى يغوص في المجهول ، يقيم الأسئلة ، ويبحث عن الإجابة بالملاحظة والتجارب .

لبنات العلم هي الحقائق ، الحالة الحقيقية للأشياء بصرف النظر عن المعتقدات والتأثيرات . الحقائق المتجمعة أو المعلومات هي السجلات الأولى للعلم . الحقائق البسيطة - بأن النار حارة والماء رطب - يتحصل عليها من التجربة المباشرة ، ولكن العلم يتطلب الأساليب الدقيقة . وباستخدام الآلات القياسية يمكن مقارنة النتائج التي توصل إليها أحد العلماء بنتائج الآخرين . على سبيل المثال ، يقيس الترمومتر درجة الحرارة ، وتعتمد درجة الدقة على نوع الجهاز المستخدم . الميكروسكوب الالكترونى ، والسيكلترون ، والحاسب الالكترونى هي أجهزة فتحت آفاقا جديدة وأضافت كثيرا من الدقة في المجالات الأخرى .

يمكن استخدام ملاحظة عامة - تنجذب الفراشات نحو لهب الشمعة - لتوضيح الأسلوب العلمى . بالنسبة للعلم تثير هذه الملاحظة قضية عامة هي علاقة السبب (الضوء) بالتأثير (الجذب) . ك تفسير عملي أو رأى صحيح ، يفترض العالم أن الفراشات تتفاعل إيجابيا مع الضوء . تخطط التجارب لاختبار هذا الرأى . تصمم مصيدة تحتوى على ضوء ساطع . ومصيدة ثانية (الحكم) بدون ضوء . وبإعادة الاختبارات ، تُجذب الفراشات إلى المصيدة المضيئة لا إلى المصيدة الممتعة . وبعد ذلك يثبت التجارب أن الأنواع المتباينة من الفراشات تتفاعل مع أضواء لها قوة وأطوال موجات مختلفة . وهذا يسمح بصياغة بيان محدد أو نظرية - بأن أنواعا معينة من الفراشات

تجذب إلى الضوء الأزرق ولكنها تطرد بالأصفر أو الأحمر . وفي النهاية ، وبإعادة البرهان الذى يصل ما بين السبب والتأثير ، يمكن أن نترض النظرية ثانية كقانون أو قاعدة عامة . فالآن لا يقبل الأسلوب العلمى أى شيء على أنه معصوم فالحقائق الجديدة يمكن أن تتطلب تغييراً أو رفضاً لقانون سبق أن اقتنع به .

١ - ٥ علم الحيوان

العلم الذى يهتم بحياة الحيوان هو علم الحيوان . وهو يحتوى على كل المعلومات العامة عن الحيوان بالإضافة إلى زيادة فى الحقائق التقنية . ويهتم علم الحيوان بتركيب ووظائف أجزاء جسم الحيوانات ، وعاداتها ، أين وكيف تعيش ، علاقاتها ببعضها البعض وبيئاتها ، وتقسيمها ، وبعض المظاهر الأخرى العديدة . وباختصار ، فإن كل الحقائق ، والاستنتاجات ، والنظريات ، والقوانين التى تتصل بحياة الحيوان هى مكونات علم الحيوان الذى يكون مع علم النبات علم البيولوجيا أو علم الحياة . علم البيولوجيا مع بعض المجالات الأخرى التى تهتم بظواهر الطبيعة مثل علم البيولوجيا (تركيب الأرض) ، والفسيوغرافيا (ظواهر سطح الأرض) ، وعلم الأرصاد الجوية (الغلاف الجوى) ، وهكذا هى جميعا العلوم الطبيعية . وهى تقف مقابل العلوم الفيزيائية - الفيزيقيا ، وخواص المادة ، والكيمياء ، وتركيب المادة .

يقسم علم الحيوان ، كالعلوم الأخرى ، نتيجة للزيادة الكبيرة فى المعرفة . وقليل من المجالات المتخصصة هى :-

علم الخلية والتركيب والوظائف داخل الخلية (فصل ٢ ، ٣)

علم الشكل التركيب ككل (فصل ٣ - ١٠ ، ١٤ - ٢٨)

علم الأنسجة التركيب الدقيق للأنسجة (فصل ٣)

الفسيوولوجيا العمليات الحيوية والوظائف داخل الحيوانات (فصل ٢ - ١٠ ، ١٥ - ٢٨)

علم الأجنة النمو والتكوين داخل البيضة (فصل ١٠)

علم الوراثة الوراثة والتغير (فصل ١١ ، ١٣)

السلوك دراسة استجابة الحيوان للمنبهات كوسيلة للبحث عن العوامل المتداخلة والمتسببة (فصل ٩)

علم البيئة علاقات الحيوانات ببيئاتها (فصل ١٢ ، ١٥ - ٢٩)

جغرافية الحيوان توزيع الحيوانات فى المكان (فصل ١٢)

علم الحفريات الحيوانات الحفرية وتوزيعها بالنسبة للزمن (فصل ١٢ ، ١٣ ، ١٥ - ٢٨)

التطور أصل وتخليق حياة الحيوان (فصل ١٣)

علم التقسيم تقسيم الحيوانات والقواعد التى تختص به (فصل ١٤)

يقسم علم الحيوان أيضا طبقا للدراسة مجموعات خاصة جديرة بالاهتمام . وكمثال إليك مجالات من هذا النوع :

علم الأوليات دراسة الكائنات التى تتكون من خلية واحدة ، أو الأوليات (فصل ١٥)

علم الحشرات دراسة الحشرات (فصل ٢٢)

١ - ٦ الكائنات الحية

يستطيع الشخص العادى أن يميز معظم أنواع الكائنات الحية عن المادة الغير حية أو الغير عضوية - يميز الشجرة ، والطائر ، والدودة عن الصخر ذى المادة الكيميائية - ولكن هذا ليس باليسير مع بعض النماذج الدنيئة من الحياة . تبدو بذرة النبات أو بيضة الحشرات خاملة ، ولكن كلا منها إذا وضعت فى الظروف الملائمة تظهر طبيعتها الحية بسرعة .

١ - الأبيض

داخل الكائنات الحية تجرى بثبوت مجموعة من العمليات الكيميائية الضرورية تعرف فى مجموعها بالأبيض . وأهم عمليات الأبيض هى الأنشطة العامة مثل تناول الطعام وهضمه ، ثم تمثيل الغذاء المهضوم داخل الجسم ، والتنفس وهى عملية إطلاق طاقة الغذاء الممثل ، والإخراج وهو التخلص من المواد المتخلفة التى تنتج عند إطلاق الطاقة . فالمواد غير الحية لا تقدر على أن تنجز هذه العمليات بأخذها لمواد غريبة إلى داخلها ثم تحويلها لنتج الطاقة ، ثم التخلص من المنتجات المتخلفة . ومن المسلم به أن بعض المواد غير الحية تطلق الطاقة . على سبيل المثال المواد التى لها نشاط إشعاعى تطلق الطاقة وتحلل إلى عناصر أخرى . ولكن المواد الغير حية لا يمكنها استخلاص الطاقة بأخذها أو تحويلها لمادة غريبة .

٢ - القمو

تنمو كل الكائنات الحية بتكوين أجزاء جديدة بين أو داخل الأجزاء القديمة . وبذلك يحدث النمو بالإضافة من داخله ، وهذا نمو بالترتيب (تحويل المواد المأكولة إلى مواد من نفس مواد الآكل) ، وهى صفة تتصف بها الكائنات الحية . قد تنمو الأشياء الغير حية ، ولكنه دائما نمو بإضافة مواد من الخارج ، وليست من الداخل ، كما فى البلورة (شكل ١ - ١) .

٣ - الإنفعالية

تفاعل الكائنات الحية مع المتغيرات في بيئتها ، قدرة يطلق عليها بصفة عامة الإنفعالية . يمكن أن تأخذ الإستجابة لمتغيرات البيئة عدة أشكال ، ودرجة الاستجابة ليست دائما متناسبة مع قدر المنبهات ، وعادة لا يتغير الكائن باستمرار بواسطة المنبهات . لا تستجيب الأجسام الغير حية للمنبهات بنفس الطريقة ، لأنها لو استجابت ، كما يعتمد المعدن بالحرارة ، فإنه توجد صلة كمية محددة بين المنبه (الحرارة) والتأثير الناتج (التمدد) .

٤ - التكاثر

لكل نوع من الكائنات الحية القدرة على التكاثر وإنتاج نفس النوع .

٥ - الشكل والحجم

لكل نوع من الكائنات الحية شكل محدد وحجم مميز (شكل ١ - ٢ ، ١ - ٣) . ولكن الكائنات الغير حية تباين في الحجم والشكل ، والبللورات الفلزية ثابتة الشكل ولكنها تختلف في الحجم .

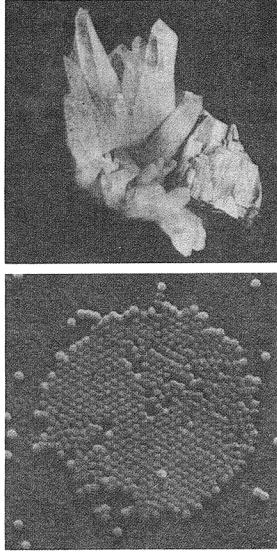
٦ - التركيب الكيميائي

تتركب الكائنات الحية أساسا من أربعة عناصر كيميائية : الكربون (ك) ، والهيدروجين (يد) ، والأكسجين (أ) ، والنيتروجين (ن) بنسب مختلفة ولكنها محددة ، وهذه العناصر الأربعة تتواجد مع كميات أقل من العناصر الأخرى . وهذه العناصر إذا ارتبطت بذرة أو أكثر من الكربون ، تكون جزيئات عضوية مركبة ، غالبا ما يكون لها وزن جزيئي كبير ، وهم معا يكونون المادة الحية أو روتوبلارم النبات أو الحيوان . نفس العناصر مع عناصر كيميائية أخرى توجد في الجزيئات الصغيرة التي تكون المعادن والصخور والتربة الغير حية

تعتبر الفيروسات ، في أمور كثيرة ، وسطا بين الكائنات الحية والأشياء الغير حية (فبعضها أمكن بلورته) ، ولكنها يمكنها النمو فقط داخل الخلايا الحية .

١ - ٧ الحيوانات مقابل النباتات

معظم الكائنات التي يمكن رؤيتها بوضوح بالعين المجردة ، يمكن أن تنسب بسهولة إلى عالم النبات أو عالم الحيوان ، وهذا لا يمكن تحقيقه بالنسبة للكائنات المجهرية أو مجموعة أكبر حجما من الكائنات هي الفطريات (عيش الغراب وأقرباؤه) . ولذلك يُقسم العلماء الآن الكائنات إلى أربع



شكل ١ - ١ : الأشياء الغير حية مقابل الأشياء الحية . إلى أعلى . بلورات الكوراتر (طويلة بيضاء)
وبيريت الحديد ، $\frac{3}{4}$ الحجم الطبيعي . إلى أسفل . الشكل البللورى لفيروس شلل الأطفال الذى يمش
ويتضاعف فى خلايا الحيوانات ، بما فيها الإنسان . مكبر ١١٠٠٠٠ مرة . (صورة بالالكترون ميكروسكوب
من W.M. Stanley)

أو خمس عوالم : الحيوانات ، والنباتات ، والفطريات وتضم الفطريات الصغيرة أيضا ، والبروتيسا ،
والمونيرا ، والعالمان الأخيران يضممان كائنات صغيرة جدا كاليكتريا والأميبا (فقرة ١٤ - ٢) .

وعلى الأكثر، فإن العدد الأكبر من الكائنات تقع إما في عالم النبات أو عالم الحيوان . ومن الاختلافات الهامة بين النباتات والحيوانات ما يلي :

١ - الشكل والتركيب

شكل جسم الحيوان تقريبا ثابت ، فالأعضاء غالبا داخلية ، وينتج عن النمو عادة تغيرات في النسب مع السن ، الأغشية الخلوية رقيقة ، وتحتوى سوائل الجسم على كلوريد الصوديوم (ص كل) . ولكن شكل النباتات عادة مختلف ، فالأعضاء تضاف من الخارج ، وجدر الخلايا عامة سميكة سليولوزية ، وعادة يكون كلوريد الصوديوم ساما . معظم النمو يكون عند نهايات الأعضاء وغالبا يستمر طوال الحياة ، ولكن لكل نوع من النبات حدا قياسيا للنمو .

٢ - الأيض

يتطلب الحيوان مواد عضوية مركبة كغذاء ، يحصل عليها من أكله للنباتات أو الحيوانات الأخرى . وهذا الغذاء يفتت (ويهضم) ثم يعاد تنظيمه كيميائيا داخل الجسم . ويلزم عادة الأوكسجين (أ_٢) للتنفس . والمواد المتخلفة عن الأيض تكون أساسا هي ثاني أوكسيد الكربون (ك أ_٢) ، والماء (يد_٢) ، واليوريا (ن يد_٣) ك أ_٢ . يؤدى النبات أيضاً الأيض ، ولكنه يستخدم الماء ، وثاني أوكسيد الكربون من الهواء ، والكيميائيات غير العضوية التى يحصل عليها مذابة من التربة - وبواسطة عملية التمثيل الضوئى - فعالية ضوء الشمس على الصنغ الأخضر المعروف بالكلوروفيل - تتكون من هذه المواد البسيطة مركبات عضوية متنوعة ، ويطلق الأوكسجين كمنتج جانبى (شكل ١٢ - ١) .

٣ - الجهاز العصبي والحركة

تملك معظم الحيوانات جهازا عصبيا وتستجيب بسرعة للمنبهات ، ليس للنباتات مثل هذا الجهاز وتتفاعل ببطء . وبصفة عامة تستطيع الحيوانات أن تتجول أو تحرك أجزاء من جسمها ولكن أنواعا معينة تثبت ميكرا أثناء حياتها (الأسفنجيات ، وشقائق النعمان ، والحار ، وحلزون السفن) ، وتحتاج أخرى ثابتة (الهيدريات ، البرابوزوا) لها شكل النباتات .

٨ - أهمية الحيوانات للإنسان

تعد الثدييات المستأنسة والطيور والأسماك الإنسان بروتينات ، ودهون وزيت معينة للغذاء . وتؤكل أيضاً الحار ، والسرطان والإربيان (الجمبرى) وبعض الحيوانات الأخرى . ويستخدم صوف الغنم وفراء الحيوانات البرية فى الكساء ، كما يستخدم ريش الطيور فى ملء الأحذية والوسادات ، ويستخدم جلد الحيوان فى المصنوعات الجلدية وفى الفراء ، ويصنع اللباد من الشعر ،

تساعد الحيوانات الأقل تقدما في فهم فسيولوجية وتغذية الإنسان . ويتحصل على كثير من المعرفة من الأبحاث على الضفادع ، والفئران ، والأرانب ، والكلاب . وتشكل هذه الحيوانات مع حيوانات المختبر الأخرى أهمية في دراسة الهرمونات ، والفيتامينات ، وتأثير العقاقير .

تشكل الحيوانات البرية ترويحاً للإنسان ، كما يخرج الإنسان للرياضة بصيد بعض الأنواع .

تقتل أنواع معينة من الحيوانات المفترسة الكبيرة بعض الحيوانات البرية المفيدة وبضع الدواجن والدواب . والحشرات والقوارض التي تتغذى على نباتات المحاصيل ، وأشجار الغابات والعشب ، تدق الأجراس التي تطالب بنفقات كبيرة لإبادةها . وحشرات أخرى والفئران والجربان المنزلية تصيب الأشياء الخاصة ومخزون الطعام . بعض الحشرات ، والعناكب ، والعقارب والثعابين تكون سامة لدرجة خطيرة . كثير من أنواع الطفيليات ، والأوليات ، والديدان ، والحشرات ، والقراد ، تجلب الأمراض والموت للإنسان ، ودواجنه ، والحيوانات البرية المرغوبة فيها . ينقل البعوض الطفيليات الأولية للملاريا وفيروس الحمى الصفراء ، وينقل اليرغوث بكتريا الطاعون ، وينتشر التيفوس بواسطة القمل والبراغيث ، وبعض الأمراض الأخرى التي تنقلها الحيوانات قد شكلت دورا ثابتا في تاريخ الإنسان خلال العصور .

تاريخ علم الحيوان

١ - ٩ باكرة علم الحيوان

كان لإنسان ما قبل التاريخ إهتمامات عملية بالحيوانات التي تمده بالغذاء والملبس والضروريات الأخرى ، وبالحيوانات البرية التي تهدده . ثم بعد ذلك لعبت الحيوانات دورا في العقائد الدينية ، والدواء ، والفن . فإناس الكروماجنون رسموا الحيوانات وأقاموا لبعضها التماثيل (شكل ١ - ٤) في كهوف جنوب غرب أوروبا . وبعد ذلك بفترة طويلة أنتجت المذنبات القديمة في شرق البحر المتوسط من الخزف ، والنحت ، والطنافس ما يبين مهارة ملحوظة في رسم الحيوانات . وتحتوى لغات كل الشعوب البدائية على ألفاظ كثيرة تعزى إلى الحيوانات ، ولأنها تختلف من قبيلة إلى أخرى فإن ذلك يدل على أن المعرفة بالحيوانات قديمة قدم اللغات نفسها .

كانت السجلات المكتوبة القديمة منحوتة على الحجارة أو على أقراص من الطمي تحرق لكي تبقى (تلوم) . في مصر وبلاد أخرى من بلدان البحر المتوسط استخدمت رزم من البردي ورقائق من جلد الحيوان للكتابة اليدوية . وكانت هذه الكتابات كثيرة إذ تحتوى المكتبة الإغريقية بالإسكندرية (القرن الثاني قبل الميلاد) على ٧٠٠ ألف كتاب ، وتحتوى مكتبات أخرى على مجموعات كبيرة . وهذه المخطوطات قد نسخت وأعيد نسخها خلال التسنين ، وبعضها قد فقد كليا أو جزئيا ، ولم يبق غير عدد محدود من القرون الأولى للعصر المسيحي حتى مجيء الطباعة (نحو ١٤٥٠ سنة بعد الميلاد) . فلذلك نجد أن السجلات المبكرة للحيوان كغيرها من فروع المعرفة قد فُتت .

وأول إهتمام جاد بعلم البيولوجيا وعلم الحيوان كان من الأغريق الأوائل . اعتقد أناكسيماندر

(٦١١ ق - ٥٤٧ ق قبل الميلاد) في صورة من صور التابع التطوري من النماذج الدنيا حتى الإنسان .

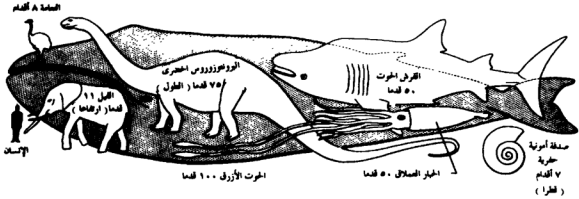
أكسينوفانس (القرن السادس قبل الميلاد) تعرف أولا على الحفريات كبقايا للحيوانات ثم استنتج أن وجودها على الجبال يدل على أن هذه الجبال كانت يوما ما تحت سطح البحر . اميدوكليس (القرن الخامس قبل الميلاد) خلص مدينة من الملايا وذلك بتجفيف المستنقعات القريبة منها . وقد نتج عن استئناس الحيوانات بواسطة المدينيات الأولى (فصل ٢٨) خبرة عملية في التربية والإكثار والتغذية .



شكل ١ - ٤ : رسم للحصان البري ، الماشية ، الزنة هل بواسطة إنسان ما قبل التاريخ كروماجون في كهوف في لاسكو ، دوردون ، فرنسا .

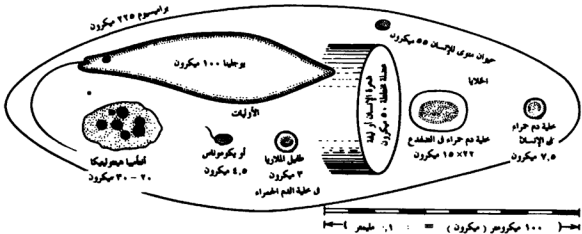
١ - ١٠ الإغريق والرومان

أرسطوطاليس (إغريقي ٣٨٤ - ٣٢٢ قبل الميلاد) كان من أوائل علماء الحيوان ومن أعظمهم . كان تلميذا لأفلاطون وقام بالتدريس في اللسيوم في أثينا . وقد كتب كثيرا في الفلسفة والسياسة بالإضافة إلى علم الحيوان . وقد تكرر نسخ مخطوطاته . وأقدم النسخ الباقية يرجع تاريخها إلى القرن التاسع . وله تسع كتب بعنوان « تاريخ الحيوانات » (نحو ٥٠٠ صفحة مطبوعة بعد الترجمة الحديثة) تختص بتركيب وعادات كثير من الحيوانات المستوطنة في اليونان ، ومقدونيا وآسيا . ومازالت أجزاء من مؤلفاته « أجزاء من الحيوانات » و « تكاثر الحيوانات » باقية . وقد توصل أرسطوطاليس إلى التقدم اليومي في تكوين جنين الدجاجة كما عرف أن ذكور النحل تتكاثر



شكل ١ - ٢ : الحيوانات الضخمة مقارنة بالإنسان . (محور عن C.R. Knight)

ويستخلص كثير من التحضيرات الدوائية من الأعضاء الداخلية ومن الغدد . العسل ، وشمع النحل ، والإسفنج منتجات حيوانية مفيدة ، ومصانع الدواجن وتعليب اللحم ، والمصايد التجارية ، وتجارة الفراء ، وتربية النحل تعطى فرصة للعمل لآلاف الأشخاص .



شكل ١ - ٣ : بعض الحيوانات الصغيرة جدا وبعض الخلايا الحيوانية ، كلها بحوالة داخل حدود براميسوم . مكبرة إلى ٥٠٠ مرة من الحجم الطبيعي .

تكاثرا بكريا وأن بعض أنواع القروش تحمل صغارا حية . وقد أكد على قيمة المشاهدة المباشرة . وتعرف على قانون وترتيب الظواهر البيولوجية واستخلص استنتاجات مستدلة من الحقائق المرئية ، وقد كشف عن التكوين التطوري من الحيوانات الدنيا للحيوانات العليا ، راجعا إلى « العقل المرشد » الأعظم .

كان الرومان أساسا موجهين وجنودا عمليين وقدموا مساهمات قليلة في علم الحيوان . ألف الأسقف بلينى (٢٣ - ٧٩ بعد الميلاد) « التاريخ الطبيعى » في ٣٧ كتابا جمع فيه كل المظاهر الطبيعية ، وعلم الحيوان ، والطب ، وموضوعات أخرى . ورغم أنه يحتوى على القليل من الجديد إلا أنه ظل مرجعا عظيما لأكثر من ١٥٠٠ سنة . كان جالين (١٣٠ - ٢٠٠ بعد الميلاد) وهو فيزيقى يونانى-ثم بعد ذلك رومانى-آخر عالم بيولوجى عظيم في هذا الوقت القديم ، وقد كتب عن تشريح الإنسان من معلوماته المستمدة من تشريحه للحيوانات الأقل تقدما . كما قام ببعض التجارب الفسيولوجية . وقد كانت كتاباته هى المرجع الوحيد للتشريح الطبى وذلك لمدة ١٠ قرون واعتبر معصوما من الخطأ . ثم بدأ التخلف في البحث العلمى قبل نهاية الحضارة الإغريقية واستمر طوال وجود الإمبراطورية الرومانية وخلال العصور الوسطى .

١١ - ١٩ علماء الحيوان الأوروبيون .

بدأ انتعاش المعرفة أو النهضة في القرن الثالث عشر ، وقد أثرت بواسطة التقارير التى نتجت عن أسفار ورحلات ماركو بولو ، وفاسكو دى جاما ، وكولومبوس ، وماجيلان . وقد ألف علماء الحيوان في الثلاثة قرون التى تلت ذلك أعمالا في التاريخ الطبيعى للحيوانات كان فيها زيادة في المعلومات المبنية على المشاهدة الجديدة وغير المعتمدة على كتابات أرسطوطاليس وبلينى وجالين . ونخص بالذكر في هذا المقام ألبرتوس ماجنوس (بافارى ، ١٢٠٦ - ١٢٨٠) ، وكونراد جيسنر (سويسرى ، ١٥١٦ - ١٥٦٥) ، ورونديليت (فرنسى ١٥٠٧ - ١٥٦٦) .

كان أندرياس فيساليوس (بلجيكى ، ١٥١٤ - ١٥٦٤) أول من نشر كتابا كبيرا موضحا على « تركيب جسم الإنسان » (١٥٤٣) ، راسما بناية الهيكل والعضلات كما عاينها في التشريح الجديد (شكل ١ - ٥) . ويليام هارفى (إنجليزى ، ١٥٧٨ - ١٦٥٧) قدم في الفسيولوجى الطرق التجريبية واستخدام القياسات للحقائق الكمية . وكتاب هارفى *De motu cordis* (١٦٢٨) يحتوى على الدليل المقنع على دوران الدم . ومن ملاحظاته في الحيوانات الدنيا وصف كيفية امتلاء وتفريغ غرف القلب دوريا بواسطة العمل العضلى ، كما بين أن تفجر الدم من شريان مقطوع يتمشى مع انقباضات القلب . وفي النهاية أوضح بالحسابات أن دما كثيرا يمر خلال القلب في ساعة أو في يوم أى يعاد دوران الدم في القلب بانتظام مقدما بذلك الدليل العكسى للآراء الخاطئة للعلماء السابقين . كما وصف هارفى أيضا تكوين الدجاجة (١٦٥١) واستنتج أن الثدييات تنتج من البيض .

باختراع الميكروسكوب المركب حوالى عام ١٥٩٠ ، أصبح هناك أداة هامة تستخدم فى دراسة الحيوانات الصغيرة والأجزاء الدقيقة من الحيوانات الكبيرة (شكل ١ - ٦) . فقد وصف التركيب الخلوى للنبات فى عام ١٦٦٥ بواسطة روبرت هوك (إنجليزى ، ١٦٣٥ - ١٧٠٣) ، ولكن المكتشف الحقيقى للتشريح الدقيق فى النباتات والحيوانات هو مارسيلو مالبيجى (إيطالى ، ١٦٢٨ - ١٦٩٤) الذى كتب بحثا علمية عديدة فى هذا الموضوع . واكتشف انطونى فان ليفنهوك (هولندى ، ١٦٣٢ - ١٧٢٣) كريات الدم ، والحيوانات المنوية ، والأوليات ، والعضلات المخططة ، وكثيرا من العينات الميكروسكوبية الأخرى ، وقام بوصفها .



شكل ١ - ٥ : أول رسم دقيق لجسم الإنسان . مصغر جدا عن لوحة من دى لاپريكا كوربوري هومالى
عن أندرياس فرساليوس ، ١٥٤٣

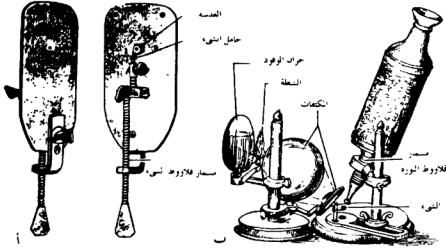
ويرجع أول ميكروسكوب مركب له عدستان منفصلتان إلى ج. و زد. جانسن وجاليليو . وقبل هذا الوقت لم يكن يعرف غير العدسات البؤرية (ونظارات القراءة) التى يرجع تاريخها إلى القرن الثالث عشر أو قبل ذلك . واليوم تكبر الميكروسكوبات المركبة الجيدة نحو ٢٠٠٠ مرة وتحلل الأشياء التى يصل طولها إلى ميكرومتر واحد (UM) . ومنذ عام ١٩٣٤ استخدم الميكروسكوب الالكترونى ذو قوة تكبير تصل إلى ٣٠٠٠٠٠ مرة أو أكثر لبيان التركيب الدقيق لأجزاء الخلية وذلك باستخدام تحضيرات فى غاية الدقة

لمدة قرون ، دون علماء التاريخ الطبيعى الحيوانات بدون أى ترتيب خاص أو متبعين نظاما مستتبعا من أرسطوطاليس ثم بدأ كارولوس لينوس (سويدى ، ١٧٠٧ - ١٧٧٨) فى عام ١٧٣٥ فى نشر النظام الطبيعى فى ١٢ طبعة (نشرة) كان آخرها فى عام ١٧٦٨ (شكل ١ - ٧) . وكان بمثابة كتالوج (قائمة) منظم للنباتات والحيوانات ، والعناصر ، فى مجموعات كبيرة ومجموعات مساعدة ، ثم أخذ يتنقح فى منجه بالتدرج وأدخل نظام التسمية المزدوجة حيث يسمى كل نوع من الكائنات باسم علمى من جزئين - الجنس والنوع . وتعتبر طبعته التاسعة (١٧٥٨) نقطة البداية للتسمية المزدوجة المستخدمة اليوم فى علم الحيوان . وقد أثار لينوس الاهتمام بجمع ، وتصنيف ، وتسمية الكائنات ، مما أدى إلى وجود متاحف التاريخ الطبيعى الضخمة حاليا .

من القرن السابع عشر فصاعدا زاد الاهتمام بالنسالة الأصلية للحيوانات من ناحية تكوينها الجنينى ، وتركيبها الإجمالى والميكروسكوفى ، والعمليات الفسيولوجية التى تحدث داخل أجسامها ، ومظاهر أخرى عديدة ، وبدأت أساسيات علم التشريح المقارن والحفريات من جيورجس كوفيه (فرنسى ، ١٧٦٩ - ١٨٣٢) . وبدأت « النظرية الخلوية » التى تنص على أن جميع الحيوانات والنباتات تتكون من خلايا ومنتجات الخلايا ، فى عام ١٨٢٤ برينيه دوتروشييه (فرنسى ، ١٧٧٦ - ١٨٤٧) ، ولكنها قررت بالقطع للنباتات فى عام ١٨٣٨ بواسطة م. ج. شلايدن (ألمانى ، ١٨٠٤ - ١٨٨١) ، وللحيوانات فى عام ١٨٣٩ بواسطة تيودور شفان (ألمانى ، ١٨١٠ - ١٨٨٢) .

١ - ١٢ التطور

بين الآراء الهامة والمثمرة جدا فى علم الحيوان هى تلك التى تختص بالتطور - أصل الأنوع - والوراثة - طريقة وميكانيكية الوراثة . عالج الكتاب الأولون من عهد أرسطوطاليس فصاعدا موضوع التطور ، ولكن تشارلز دارون (إنجليزى ، ١٨٠٩ - ١٨٨٢) وضع نظرية التطور معتمدة على الانتخاب الطبيعى (١٨٥٩) وكانت مرشدا لكل من تبعوه فى العمل البيولوجى (أنظر فصل ١٣) . وعلى نفس المنوال ، فإن البحوث الأساسية التى قام بها جريجور يوهان مندل (نمساوى ، ١٨٢٢ - ١٨٨٤) ، والتى نشرت فى عام ١٨٦٦ ، قد قدمت الأسس فى الوراثة لكل البحوث المعصرين (أنظر فصل ١١) (شكل ١ - ٧) .



شكل ١ - ٦ . تطور الميكروسكوب . (أ) إحدى ميكروسكوب ليوف هوك ، حوالي سنة ١٦٧٣ ، مكبر بسيط يستخدم في ضوء الشمس . (ب) ميكروسكوب روبرت هوك ، ١٦٦٥ . له مصباح ومكثف لتركيبة الضوء على النبي .

علم الحيوان الحديث

يشكل علم الحيوان الآن مجالاً دراسياً دائماً الإلتصاف ، تجري فيه خطوات سريعة بواسطة كثير من الباحثين . تستمر المواضيع القديمة مثل التشریح المقارن ، والتصنيف ، وعلم الأجنة بإضافات من الآراء التوضيحية . وتجري البحوث في علم الحيوان التجريبي ، والوراثة ، وفسيولوجيا الأنسجة والخلايا بطرق وأجهزة منقحة . وقد فتحت واتسعت مجالات جديدة في دراسة الهرمونات ، والفيتامينات ، والإنزيمات ، وأيض المعادن . تُعلم العناصر الكيميائية بنشاط إشعاعي بطريقة أو أخرى ثم تطعم للحيوان أو تحقن فيه ويقتنى أثرها في جسمه وبذلك تتحدد كيفية التخزين ، والاستخدام ، وترتيب المكونات في عملية الأيض . وقد انتهت الدراسة الوصفية القديمة للتاريخ الطبيعي للحيوانات البرية وحل محلها القياسات الكمية ودراسة الأفراد والجماعات التي ينتج عنها فهم أوضح للأحداث والأعطال في الطبيعة . ولقد أظهر الآلات الحديثة مثل الميكروسكوب الإلكتروني وفرة من التراكمات فوق ميكروسكوبية .

ولأن هناك وفرة من علماء القرن العشرين الذين قدموا مساهمات بارزة لمفهومنا للحياة ، فإنه من غير الممكن ذكر ولو قسم صغير منهم . ولكنه يمكن أن يذكر أن أحد أهم هذه المساهمات هي تلك الخاصة بميمس واتسون وفرانيس كريك ، اللذان إكتشفا ترتيب التركيب في DNA ، مادة الوراثة ، وكيفية عملها في الوراثة .

١ - ١٣ لماذا يدرس علم الحيوان ؟

ماهى أهمية هذا العلم للطلاب اليوم ؟ فى هذا العالم المتزايد التعقيد والصلات والتكنولوجيا توجد أسئلة هامة تستحق الإجابة عليها فى مقدمة هذا الكتاب . فى عشرات السنوات الأخيرة من القرن العشرين ، يواجه الإنسان بعض المشاكل المتقاربة التى يمكنها أن تحدث أزمة خطيرة . هذه المشاكل تضم الانفجار السكانى ، زيادة التلوث ، نقص الغذاء والطاقة اللازمين للمجتمع الإنسانى ، وقلة تنوع أشكال الحياة . وكل هذه المشاكل ترتبط ارتباطا وثيقا بعلم الحيوان . دراسة المجتمعات ، كيفية عملها ، وكيفية تنظيمها ، هى إحدى فروع علم البيئة (فصل ١٢) . توزيع الطاقة والحفاظة عليها فى الحيوانات الحية تشكل المظاهر الكبرى لعدة فروع من علم الحيوان ، تضم البيولوجيا الخريئية أو فسيولوجيا الخلية (فصل ٢) ومعظم العمليات الفسيولوجية (فصول ٣ - ١٠) ، بينما تحويل الطاقة على مستوى المجتمعات هو أحد فروع علم البيئة . تنوع الحياة أى التشكيلة العظيمة من النماذج الحيوانية التى توجد على هذا الكوكب ، وتكيفهم الناجح للبيئات المتنوعة هى عنوان الجزء الثانى من هذا الكتاب ، الذى صمم لتعريف القارئ بمكونات حياة الحيوان الذى يقطن هذه الأرض ، والتى يمكن أن تكون هامة لتكوين أجهزة ثابتة لتدعيم الحياة على هذا الكوكب .

كل المشاكل التى تواجه الإنسان فى الربع الأخير من هذا القرن هى مشاكل بيولوجية : الانفجار السكانى ، النقص فى الغذاء وفى الطاقة ، والتلوث ، وهذه المشاكل لا يمكن حلها بدون معرفة كافية بالقواعد التى تحكم حياة الإنسان فوق هذا الكوكب أو بمعنى آخر علم الحيوان . لا يمكن للفرد أن يتوقع وصوله لضوابط لمشاكل المجتمع الإنسانى ما لم يتفهم القواعد التى تتدخل فى نمو ، وصيانة ، وضعف التجمعات الحيوانية ، وهذا جزء من علم البيئة . وهى تخضع لنفس المبادئ فى حالة الإنسان . وبالمثل لا يمكن للفرد أن يتوقع أن يفهم أسس أزمة الغذاء السارية أو طريقة حلها بدون دراية بالأنواع المختلفة من الغذاء ، ولماذا يحتاج إليها ، وكيفية عملها فى أجهزة الحيوان الحية ، وهذا يشكل فرعاً آخر من علم الحيوان هو الفسيولوجيا .

وختاماً ، عندما يأتى الوقت الذى تتعرض فيه بشدة أنواع الحيوانات فى جميع أنحاء العالم للانقراض ، والإقلال من حجم السكان ، فسيكون من الضروري بعض الفهم لهذا التحول حتى تمكن المحافظة على بعضها . لماذا يدرس علم الحيوان ؟ مستقبل الإنسان يمكن أن يتوقف عليه !



أرسطو طاليس ٣٨٤ - ٣٢٢ قبل الميلاد



ويليام هارفي
١٥٧٨ - ١٦٥٧



كارولس لينوس
١٧٠٧ - ١٧٧٨



بيتر شوفان
١٨١٠ - ١٨٨٢



شارلز داروين ١٨٠٩ - ١٨٨٢



هرمان يوهان مادل ١٨٢٢ - ١٨٨٤

شكل ١ - ٧ : بعض الرواد في تطوير علم الحيوان

مراجعة :

- ١ - ما هي الظروف الفيزيكية اللازمة لبقاء الكائنات الحية على الأرض ؟
- ٢ - ميز بين العلوم الطبيعية والعلوم الفيزيكية ، وأيضاً بين البيولوجيا وعلم الحيوان .
- ٣ - ماهي الاختلافات الأساسية بين الكائنات الحية والأشياء الغير حية ؟
- ٤ - ماهي المؤثرات التي تساهم في تكوين المناخات المتنوعة في الأماكن المختلفة من الأرض ؟
- ٥ - ماهي الطرق البارزة التي تكون فيها الحيوانات في مصلحة الإنسان ؟
- ٦ - كيف ساهم كل من التالية أسماؤهم في علم البيولوجيا الحديثة : فرساليوس ، هارفي ، مالبيجي ، ليفنوك ، لينوس ، كوفيه ، شلايدن ، شفان ، دارون ، مندل ، واتسون وكريك ؟
- ٧ - لماذا يكون من الصعب إيجاد فرق أوجد بين المادة الحية والمادة غير الحية ؟
- ٨ - إذا كنت متخصصاً في علم الاجتماع ، لماذا يكون مهماً لك أن تعرف شيئاً عن علم الحيوان ؟
- ٩ - علم البيئة والطاقة أصبحت من الألفاظ المألوفة . كيف تتلاءم مع علم الحيوان ؟

الفصل الثانى

مواد جسم الحيوان

الحيوان هو تجميع متكامل من أجزاء تركيبية وأجهزة تؤدي العمليات الفسيولوجية المختلفة الضرورية للحياة . يشتمل جسم الحيوان عادة على عديد من الأجهزة العضوية . يتخصص كل جهاز فى التركيب والوظيفة ليؤدي بعض العمليات الفسيولوجية الهامة مثل الهضم ، ودوران الدم ، الخ . تتكامل هذه الأجهزة لتعمل فى تناسق مع بعضها البعض . ويتكون كل جهاز من عدة أعضاء ، كل يؤدي حصته فى الوظيفة العامة ، ففى الجهاز الهضمى يعمل الفم فى تناول الطعام ، والمعدة فى تخزين وهضم الغذاء ، وهكذا . ويتكون العضو بدوره من عدة طبقات من أجزاء تعرف بالأنسجة ، ويتكون كل نسيج من عدة خلايا ميكروسكوبية ، لها عادة نفس الشكل . يناقش هذا الفصل المواد والمكونات الدقيقة لجسم الحيوان .

التركييب البيولوجية

الخلايا والبروتوبلازم

٢ - ١ نبذة تاريخية

كانت التراكيب الدقيقة للكائنات الحية مجهولة حتى إختراع الميكروسكوب المركب (نحو ١٥٩١) . ففى عام ١٦٦٥ قرر روبرت هوك أن الفلين ومواد نباتية أخرى نحتوى على حواجز تفصل تجاويف أطلق عليها خلايا ، وفى ١٨٢٤ يئِن رينيه دوتروشييه أن النباتات تتكون كلية من الخلايا ومن أعضاء تنتج بوضوح عن الخلايا ، وينطبق نفس البيان على الحيوانات . وفى عام ١٨٣٣ ، وصف روبرت براون النواة كمظهر مركزى فى خلايا النبات . وفى عام ١٨٣٨ وضع م.ج. شلايدن نظريته بأن الخلايا هى وحدات التركيب فى النباتات . وفى عام ١٨٣٩ طبق زميله تيودور شفان نفس النظرية على الحيوانات . وقد عرف هذا التعميم « بالنظرية الخلوية » وقد أعطيت الأهمية الكبرى فى أول الأمر لجدار الخلية بينما لم تلق محتويات الخلية إلا القليل من الاهتمام . وفى عام ١٨٤٠ ، أطلق بوركنجه اسم بروتوبلازم على محتويات الخلية . وقد وسعت بحوث القرن الماضى فى النظرية وأوضحت أن محتويات الخلية أكثر أهمية من الجدار ، وأن المادة البين خلوية تنتج عن خلايا معينة . وطبقا للنظرية الخلوية ، تتكون جميع الحيوانات والنباتات من خلايا ومن منتجات الخلايا

والخلية هي الوحدة الأساسية في كل الكائنات تركيباً وفسولوجياً ، ويوجد تحول مستمر بين المادة والطاقة داخل الخلايا في عملية الحياة . وفي الحيوانات عديدة الخلايا تتجمع الخلايا لتؤدي وظيفة خاصة ، بينما في الحيوانات وحيدة الخلية فإن الخلية والكائن واحد . ويبدأ الحيوان عديد الخلايا كخلية واحدة تنقسم تباعاً لتكون الجسم .

٢ - ٢ البروتوبلازم

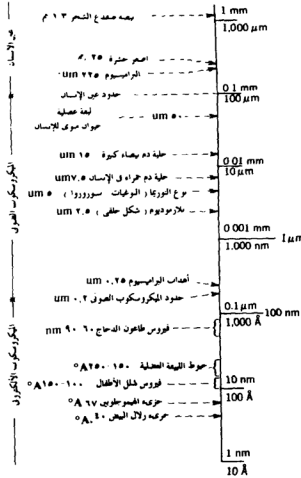
تسمى المادة الحية في خلايا جميع النباتات والحيوانات بالبروتوبلازم وهي مزيج مركب من مواد مختلفة ، تحتوي على الماء ، والأملاح المعدنية ، ومركبات عضوية عديدة . وتعرف الأخيرة في الطبيعة فقط كمكونات أو منتجات للكائنات الحية . يختلف البروتوبلازم في الحيوانات المختلفة ، وفي الأجزاء والأعضاء داخل الحيوان الواحد ، في مميزاته الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية . ولكن للبروتوبلازم بعض الصفات العامة ، التي ستذكر فيما بعد .

نموذجياً ، البروتوبلازم هو مادة شفافة ، رمادية غالباً ، وغروية ، وإلى حد ما لزجة ، ولكنها قادرة على الانسياب . وتركيب البروتوبلازم مختلف ، فهو إما (١) حبيبي ، أو (٢) يشبه الرغوة أو حويصلي ، أو (٣) مسطح ، أو (٤) ليفي أو شبكي ، من ألياف صغيرة أو خيوط . الاختلافات الحقيقية في النوع ، والصعوبات في مشاهدة التفاصيل الدقيقة ، والتغيرات المرافقة لإزالة البروتوبلازم من الكائنات الحية ، أو تثبيت الأنسجة للدراسة هي المسئولة عن بعض الاختلافات في إيضاح تركيب البروتوبلازم .

الكائنات الحية والبروتوبلازم الذي تتكون منه هذه الكائنات تتميز جميعها بالنشاط والتغير . ينشأ الإنسان كجنين يُحْمَل وينمو ، ثم يعيش نشطاً ، ثم يموت . داخل بروتوبلازم الإنسان ، كما في جميع الحيوانات ، توجد عمليات أيضية ثابتة . الأيض البنائي يتضمن بناء مركبات من منتجات الهضم وهذه المركبات غالباً ما تكون معقدة تندمج مع البروتوبلازم ، أو تخزن لتستخدم فيما بعد ، أو تكون منتجات ضرورية من الإفرازات . وبالأبيض الهدمي تنكسر مركبات مختلفة إلى مركبات أبسط ، ثم يمتص الجسم بالطاقة اللازمة للعمل والحرارة ، وينتج عن ذلك المواد الإخراجية . ويحدث نوعاً الأيض في نفس الوقت في البروتوبلازم الحي ، ولكن العمليات البنائية ، التي تؤدي إلى النمو ، تسود خلال التكوين الجنيني والحياة المبكر . أما العمليات الهدمية فتزداد في منتصف العمر والشيخوخة .

٢ - ٣ الخلية الحيوانية

معظم الخلايا الحيوانية دقيقة ، لذا فوحدات القياس المستخدمة هي الميكرومتر أو الميكرون (um) والانجستروم (Å) . والعلاقة بين هذه الوحدات والوحدات المترية الأخرى هي كالآتي : ١ ملمتر (mm) = ١٠٠٠ ميكرومتر (um) ، ١ ميكرومتر (um) = ١٠٠٠ نانومتر (nm) ، ١ نانومتر (nm) = ١٠ أنجستروم (Å) [١ الملمتر = ٣٩٧٠ ،٠٠ بوصة (in)] . يتراوح قطر خلايا كثيرة

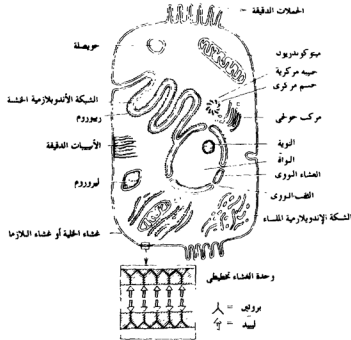


شكل ٢-١ : الأحجام النسبية لبعض الخلايا الحيوانية وأجزاء من الخلايا . كل تقسيمة مقياس رئيسية هي عشر القيمة التي فوقها يكرر الميكروسكوب الضوئي من ١٠ - ٢٠٠٠ تقريبا . يكرر الميكروسكوب الإلكتروني من ٥٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ أو أكثر .

بين ١٠ إلى ٥٠ ميكرومتر قطر كرة الدم الحمراء في الإنسان هو ٧,٥ ميكرومتر . وأكبر قطر للخلايا يوجد في غ بيض الطيور والقرش ، فهو في الدجاج ٣٠ م . ويصل طول بعض الخلايا العصبية في الحيوانات الكبيرة إلى أكثر من متر . أنظر شكل ٢-١ .

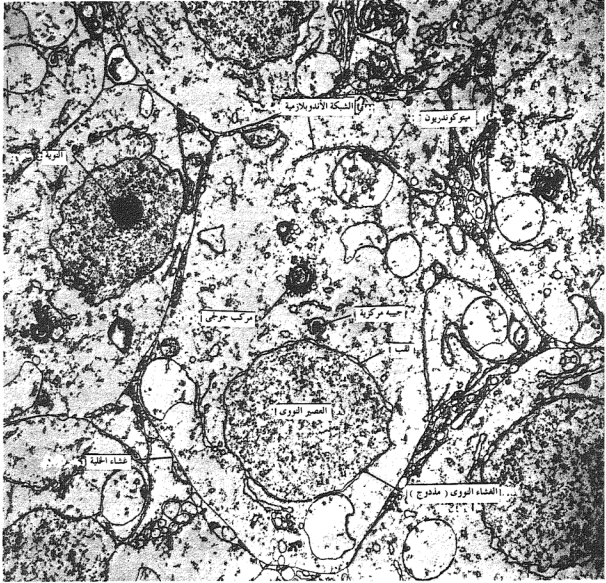
تحات الخلية الحيوانية بغشاء خلوي ، أو غشاء البلازما ، له تركيب ثلاثي الطبقات يتكون من البروتين والليبيد (مادة تشبه الدهون) . ويتصل هذا الغشاء بالأجهزة الغشائية الداخلية في الخلية مثل الشبكة الاندوبلازمية ومركب جولجي (أشكال ٢-٢ ، ٢-٣) . التشابة الكبير بين أغشية عضيات الخلية في معظم الأنواع التي تمت دراستها أدى إلى الاعتقاد بأن لكل الأغشية الخلوية

نفس التكوين الجزيئي الأساسي . بمعنى عام سمي بالغشاء الموحد . والترتيب الجزيئي الصحيح للجزيئات البروتين والليبيد في هذا الغشاء الموحد لم يخل حتى الآن ولكن يعتقد أنه شطيرة من طبقتين من البروتين تحيط بطبقة من جزيئات الليبيد (شكل ٢ - ٢) . ينظم غشاء البلازما نفاذية الخلية لأنواع متباينة من الجزيئات ويحيط بالسيوبلازم الذي يملأ داخل الخلية . والسيوبلازم شفاف ولزج ويحتوى على تراكيب دقيقة مختلفة وعلى عضيات الخلية (الأعضاء الصغيرة) . وأوضح عضيات الخلية هو جسم قائم ظاهر هو النواة ، عادة تكون دائرية أو بيضاوية الشكل . وتحاط بغشاء نووى واضح يتصل بغشاء البلازما وتقطعه ثقبون نووية تسمح لمحتويات النواة بالاتصال بالسيوبلازم . يوجد الكروماتين داخل النواة ، ويبدو وكأنه على شكل حبيبات منفصلة ، ولكن هذه الحبيبات هي في الحقيقة أجزاء من خيوط حلزونية هي الكرومونيما . وأثناء انقسام الخلية يتجمع الكروماتين على هيئة عصي مرتبة هي الكروموسومات التي لها القدرة على الازدواج ذاتيا خلال الأجيال المتعاقبة



شكل ٢ - ٢ : رسم تخطيطي للخلية الحيوانية . ليست كل الأجزاء المبينة موجودة أو واضحة في خلية واحدة سواء كانت حية أو ميتة ومصبوغة. إلى أسفل ، رسم تخطيطي يوضح بناء وحدة الغشاء

للكروموسومات (شكل ١١ - ١٢) أهمية بيولوجية كبيرة لأنها تحتوى على العناصر (الجينات) التي توجه الانتقال الوراثي للصفات (فصل ١١ - ١٩) . وتتحكم النواة في معظم أبيض الخلية ، فإذا أزيلت فإن الخلية لا تستطيع أن تستمر في أنشطتها العادية وتموت بسرعة . ولا يمكن للنواة المنفصلة أن تكون السيوبلازم . تحتوى كل نواة على نوية كروية (واحدة أو أكثر) ، تتدخل في أبيض البروتين النووي .



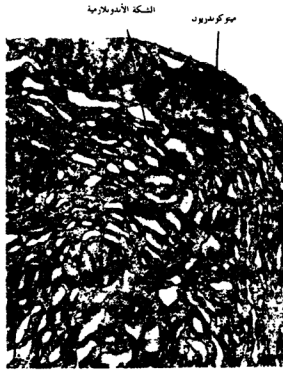
شكل ٢-٣ : صورة دقيقة بالميكروسكوب الإلكتروني لخلية كاملة ومكوناتها . قطاع في أكودرم
ميدوسا هيدرية (أيكوريا) ، مكر ٦٠٠٠ مرة . يرى ميتوكوندريون أوضح في شكل ٢ - ٤ . تظهر النوية
فقط في النواة عند الطرف العلوي الأيسر . (الصورة الدقيقة بواسطة Tames H Mc. Alear ، معمل
الميكروسكوب الإلكتروني ، جامعة كاليفورنيا ، بيركل)

يحتوي السيتوبلازم على أنواع عديدة من التراكيب وهي عضيات الخلية ، يمكن رؤية بعضها
تحت الميكروسكوب الضوئي ، والبعض الآخر لا يرى إلا بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني .

وهذه العضيات والتراكيب هي :

١ - جسم مركزي كروي يحتوي على واحد أو اثنين من الحبيبات المركزية داكنة اللون (الصبغة) التي تلعب دورا في إنقسام الخلية .

٢ - مركب جولجي (أجسام أو جهاز) وهو غالبا ما يوجد قريبا من الجسم المركزي ، ويتكون من أكياس مسطحة ترتبط بأغشية متصل بغشاء البلازما . ويعتقد أن مركب جولجي يشارك في نقل المواد من وإلى الخلية ، وربما أيضا في تفاعلات بيوكيميائية معينة تتطلب أغشية تمرکز الإنزيمات .



شكل ٢ - ٤ : صورة دقيقة بالميكروسكوب الإلكتروني لجزء من خلية بنكرياس الفأر ، مكبرة ١٥٠٠٠ مرة . لاحظ الثنيات المنحنية للداخل من الغشاء الداخلي للميتوكوندريون .
ماريلين فازجومو ، ستيفان ل . ويسيج الدكاترة جامعة كاليفورنيا ، المدرسة الطبية ، سان فرانسيسكو)

٣ - الميتوكوندريا (السحجات) . توجد ككرات ، أو كإسطوانات دائرية النهايات ، أو كأكياس حجمها من ٥ ، ٠ إلى واحد ميكرومتر (شكل ٢ - ٤) . تغطي بغشاء سمكه نحو ٥٠ أنغستروم غشاء داخلي له ثنيات وبروزات في الفراغات الداخلية ، وهذه الثنيات الداخلية هي مكان الإبريمات التي تتحكم في الأكسدة الأيضية (فقرة ٢ - ٢٩) . تحتوي الميتوكوندريا أيضا

على DNA وهى مادة الوراثة ، ومادة لها علاقة بالمادة السابقة تسمى RNA (فقرة ٢ - ٢٧) .
والمكان الوحيد الآخر لل DNA فى الخلية هو النواة .

٤ - الشبكة الإندوبلازمية عبارة عن مجموعة من الحويصلات متبانية الشكل ومحاطة بغشاء (شكل ٢ - ٤) . يوجد نوعان من الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والملساء . للشبكة الأندوبلازمية الخشنة جسيمات كروية عديدة . قطر كل منها يتراوح بين ١٠٠ و ١٥٠ أنجستروم من الجانب الداخلى . وهذه الجسيمات هى الريبوزومات وهى أماكن تصنيع البروتين . لا توجد ريبوزومات فى الشبكة الأندوبلازمية الملساء .

٥ - الأنبيبات الدقيقة . وتظهر كألياف طويلة مجوفة . ويبدو أن لها دخل فى الاحتفاظ بشكل الخلايا وبميكانيكية الحركة وخاصة فى الإنقسام عبر المباشر .

٦ - الليوزومات وهى أجسام محاطة بغشاء تحتوى على الأنزيمات المحللة .

٧ - الدهون . وتوجد على هيئة قطرات أو كمنح فى البيض .

٨ - التجاويف أو الحويصلات . وهى تجاويف صغيرة مملوءة بسائل أو مادة حبيبية .

٩ - حبيبات الإفراز توجد بالخلايا وبصفة خاصة فى الخلايا الغدية وهى تتحول لتنتقل كإفرازات .

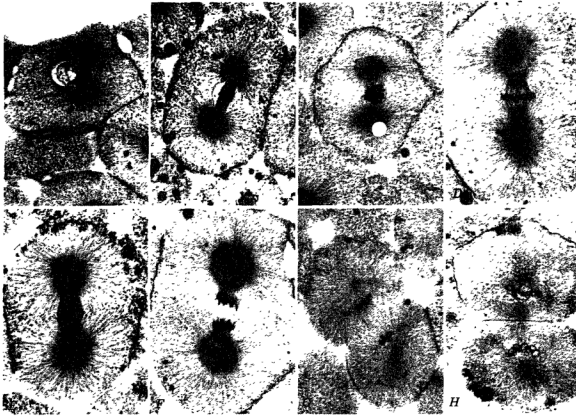
اهتمت الدراسات الأولى على الخلايا بالمظاهر الفيزيائية كما ترى فى مقاطعات رقيقة مصبوعة . ولكن حديثا استحدثت طرق جديدة وابتكرت آلات جديدة للبحث بواسطة الكيميائيين الحيائيين للدراسة التفاعلات المستمرة فى كل خلية حية . والخلية الدقيقة هى وحدة مدهلة حيث تُجرى على المواد الكيميائية الكثرية التفاعلات والتغيرات عديدة التنوع ، يتم بها تصنيع مواد جديدة ، واستخدام الغذاء والطاقة اللازمة للحركة والإفراز . والأنشطة الأخرى ، وتحويل المنتجات المتحللة إلى عينات غير ضارة . تصل درجة التعقيد فى أى خلية إلى مصنع تكرير يتروّل كامل يدخل فيه خليط من الهيدروكربونات حيث تكرر وتخور ، بعضها للتوفيق والتشجيع ، وتقوم بتصنيع كثير من المركبات العضوية الجديدة اللازمة لأغراض مختلفة فى حياتنا اليومية الحديثة .

إنقسام الخلية

يصاحب النمو فى الكائنات تصاعف الخلايا فى التروسن وحيدة الخلية . تصاعف الحيوانات نفسها ، وفى الخيوانات الأخرى يزداد عدد الخلايا فى الفرد

بالكروماتيدات (الكروموسومات البنية) . في خلايا أى نوع من الحيوانات يكون للكروموسومات العديدة حجم وشكل مميز ، طويل أو قصير ، غليظ أو رفيع ، على شكل قضيب ، أو L أو V . وقد بينت التحضيرات الميكروسكوبية الجيدة أنه يوجد اختناق أو نقطة (القطعة المركزية) عندها يلتحم ذراعا (فرعا) الكروموسوم ، وهى نقطة الإنصال بألياف المغزل . وقرب نهاية المرحلة التحضيرية يختفى الغشاء النووي والنوية ، ترتبط الكروموسومات بألياف المغزل وتتحرك فى اتجاه المنطقة الإستوائية للخلية .

يكون العدد الكلى للكروموسومات الموجود فى نهاية المرحلة التحضيرية هو العدد المضاعف . وهو ثابت ومميز لكل نوع من الحيوانات فى جميع الخلايا ما عدا الخلايا الجرثومية الناضجة . ويتراوح عدد الكروموسومات من الحيوانات المختلفة بين ٢ و ٢٥٠ ولكنه يكون عادة أقل من ٥٠ .



شكل ٢ - ٦ : الانقسام غير المباشر (بلاستيو) بحكة يضاء المرحلة التحضيرية . (أ) ينقسم الجسم المركزى (ب ، ج) الأجسام المركزية عند الأقطاب المقابلة أصبحت الكروموزومات واضحة . يختفى الغشاء النووي . المرحلة الانتقالية . (د ، هـ) تتركز الكروموزومات فى منتصف المغزل ، و (هـ) وينقسم كل كروموزوم إلى إثنين . المرحلة الانفصالية (و ، ز) تتحرك الكروموزومات فى إتجاه الأقطاب ، يزداد المغزل طولاً ، الأجسام المركزية يقل وضوحها . المرحلة النهائية . (ح) يتكون الغشاء حول الكروموزومات ، ينفصل سيولازم الخليتين بغشاء خلوى بينهما (الصورة الدقيقة بواسطة الدكتور هانز ريس) (قارن شكل ٢ - ٥ .

المرحلة الانتقالية .

تترتب الكروموسومات شعاعيا في صفيحة إيسوائية بعرض الخلية في منتصف المسافة بين النجمين ، ويتصل كل كروموسوم بألياف المغزل . وتمتد الألياف الأخرى متصلة بين القطبين . وهنا يظهر أنشطار الكروموسومات واضحا ، كل إلى نصفين .

المرحلة الانفصالية

تبتعد أشطار الكروموسومات عن بعضها البعض ، كل مجموعة في اتجاه القطب الخاص بها (الحبيبية المركزية) . في الخلايا الحية توجد جذب نشط الأمام وللخلف للمجاميع المتقابلة عند انفصالها . ويحتوى كل كروموسوم ناتج على النصف تماما من المادة الوراثية التى كانت موجودة أصلا في كروموسوم واحد .

المرحلة النهائية

عندما تصل كل مجموعة من الكروموسومات الناتجة إلى القطب المقابل تصبح أقل وضوحا ، ويتكون غشاء نووى حول كل مجموعة ، كما تنشأ النوية في كل ، وتنقسم الحبيبة المركزية إلى إثنين ، ويختفى المغزل . وفي النهاية يظهر غشاء الخلية عبر المستوى السابق للصفيحة الاستوائية وعند إنتهاء هذا ، يكون الجزء المرئى من عملية الانقسام غير المباشر قد اكتمل . وتعود الكروموسومات في كل خلية ناتجة إلى الشكل الشبكي الذى يوجد في طور السكون أو الخلية الأيضية

إنقسام الكروماتين بالتساوى حيث تحصل كل خلية ناتجة على نصف الكروماتين الموجود في الخلية الأم له أهمية كبيرة من ناحية الوراثة (فصل ١١) ، حيث أن الجينات أو محددات الصفات الوراثية تحمل بواسطة الكروموسومات وتتضاعف معها . وهذا التقسيم يوزع كميات متماثلة من الحينات على جميع خلايا الجسم .

الأنسجة

تتكون أجزاء الحيوان عديد الخلايا من أنواع مختلفة من الخلايا . والخلايا ذات التركيب المتشابهة والوظيفة المتشابهة تترتب في مجاميع أو طبقات تعرف بالأنسجة . وعلى ذلك فالحیوانات عديدة الخلايا (ميتازوا) هى حيوانات نسيجية . تكون خلايا كل نسيج متشابهة بالضرورة ، لها حجم وشكل وترتيب مميز ، وهى متخصصة وتتميز من ناحية التركيب والفيولوجية لتؤدي وظيفة معينة مثل الحماية ، أو الهضم ، أو الانقباض ، حيث ينتج توزيع في العمل بين الأنسجة المختلفة . علم

الأنسجة أو التشريح الميكروسكوبى هو دراسة تركيب وترتيب الأنسجة في الأعضاء ، بينما يختص التشريح بدراسة الأعضاء والأجهزة العضوية بواسطة التشريح .

يمكن تقسيم الخلايا في الحيوان عديد الخلايا إلى (١) خلايا بدنية أو خلايا جسدية (ومنتجاتها) وهي تشكل الحيوان الفرد طوال حياته ، و (٢) خلايا جرثومية تعمل فقط في التكاثر واستمرارية النوع (فصل ١٠) . توجد أربعة مجموعات رئيسية من الأنسجة البدنية : (١) الطلائية أو الغطائية ، (٢) الضامة أو الدعامية (وتضم الوعائية أو الدوران) ، (٣) العضلية أو الانقباضية ، و (٤) العصبية .

٢ - ٥- الأنسجة الطلائية

تغطي الجسم من الخارج ومن الداخل كالجلد وبطانة القناة الهضمية (أنظر شكل ٢ - ٧ ، ٢ - ٨) . والخلايا متراسة وترتبط ببعضها بمادة سميكة لخلاية لتقويتها ، وغالبا ما تتركز على عشاء قاعدى . من ناحية التركيب توجد خلايا (١) حرشفية أو مسطحة ، (٢) مكعبانية ، (٣) عمودية ، (٤) مهدبة ، أو (٥) سوطية . والنسيج إما أن يكون (٦) بسيطا حيث تنتظم فيه الخلايا في طبقة واحدة أو (٧) طبقيا تنتظم خلاياه في عدة طبقات . من ناحية الوظيفة يمكن للنسيج الطلائي أن يكون وقائيا ، أو غديا (إفرازيا) ، أو حسيا .

الطلائية الحدشفية البسيطة تتركب من طبقة من خلايا رقيقة مسطحة تشبه قرميد (بلاط) الأرضية ، مثل هذا الخلايا تكون البريتون الذى يطن تجويف الجسم ، والبطانة الداخلية للأوعية الدموية في الفقاريات . وتكون الطلائية الحرشفية الطبقة الطقات الخارجية من حلد الإنسان (شكل ٣ - ١) ، وتبطن الفم والأجزاء الأمامية من تجاويف الأنف . للطلائية المكعبانية خلايا تشبه المكعبات وتوجد في الغدد العرقية ، والأنبيات الكلوية ، والغدة الدرقية . وتتكون الطلائية العمودية من خلايا طولها أكثر من عرضها ، تتجاور طوليا ، ويطن هذا النوع المعدة والأمعاء في الفقاريات (شكل ٢ - ٧) .

تحمل الخلية المهذبة على سطحها الحر واحدة أو أكثر من الزوائد البروتوبلازمية التى تشبه الشعرة تعرف بالأهداب . وهي تضرب في إتجاه واحد ، وتعمل الأهداب المتجاورة في توافق بحيث تُحرك الحبيبات والمواد الصغيرة في إتجاه واحد . تبطن الطلائية المكعبانية المهذبة القنوات المنوية في دودة الأرض وحيوانات أخرى . وتبطن الطلائية العمودية المهذبة أمعاء دودة الأرض ، وممرات الهواء (القصبة الهوائية ، الخ) في الفقاريات الأرضية . تغطي الأجنة والبرقات الصغيرة في كثير من الحيوانات المائية خلايا مهذبة يمكنها بواسطتها أن تسبح . للخلية السوطية (شكل ١٦ - ٣) زائدة سيتوبلازمية أو أكثر وهي رقيقة تشبه السوط وتوجد على سطحها الحر ، مثل هذه الخلايا تبطن التجاويف الهضمية في المهدرا والأسفنجيات .

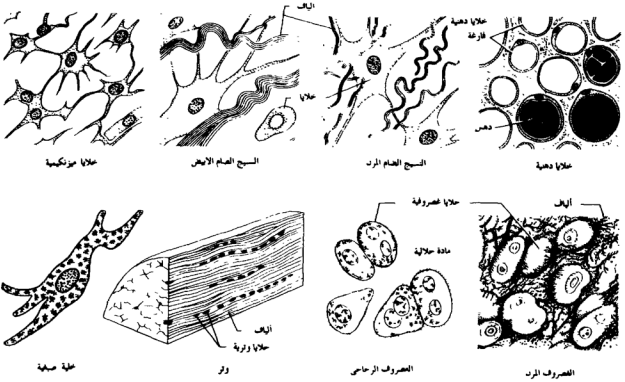


شكل ٢ - ٧ : صورة دقيقة لجزء من قطاع عرضي في أمعاء الضفدع (الإثني عشر) ، يوضح كيفية إتحاد أنواع عديدة من الخلايا والأنسجة لتكون عضوا .

تقى الأنسجة الطلائية الوقائية الحيوانات من الأذى الخارجى ومن العدوى وتتكون من طبقة واحدة في كثير من اللافقاريات ولكنها طبقية في الفقاريات الأرضية . وفي الحالة الأخيرة ، تنتج الطبقة العمودية القاعدية (طبقة جرثومية) طبقات متتابعة من الخلايا وذلك بالانقسام غير المباشر . وهذه الطبقات تتحرك في إتجاه الخارج وتسطح ويفقد تكوينها البورتوبلازمى ليؤتة ليصبح قرنيا عندما يصل للسطح (شكل ٢ - ٨ هـ) . تفرز طلائية دودة الأرض وحيوانات لافقارية أخرى جليدا رقيقا متجانسا يغطى كل سطحها الخارجى .

تتخصص الأنسجة الطلائية الغدية (شكل ٢ - ٩) في إفراز منتجات ضرورية للحيوان . والغدة وحيدة الخلية تكون الخلية فيها عمودية (خلايا كأسية) وتفرز المخاط وتوجد على سطح دودة الأرض وفي طلائية الأمعاء للفقاريات .

الخلايا الطلائية التى تخصصت في استقبال نوعيات معينة من المنبهات الخارجية تسمى خلايا حسية . مثل الخلايا التى توجد بين خلايا البشرة في دودة الأرض (شكل ٢٠ - ٣) ، وعلى اللسان وفي مجمرات الأنف للإنسان (أشكال ٩ - ٨ ، ٩ - ٩) .



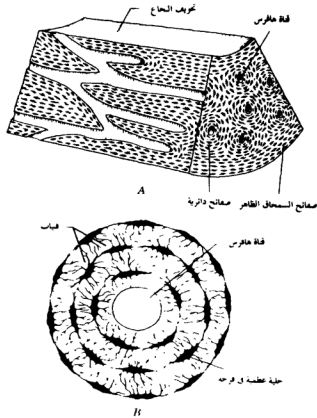
شكل ٢ ١٠ : أنواع الأنسجة الدعامية

الألياف البيضاء (الغروية) من ليفيات عديدة رقيقة متوازنة شاحبة اللون وغالبا ما تكون حلودها متموجة ، وتكون حزمها متصالب وتشابك ولكنها لا تتفرع . وتوجد بصفة عامة في الأوتار وحول العضلات والأعصاب . الألياف المرنة تكون محددة بدقة وقوية ، تنحني أو تتفرع ، وهي تربط الجلد بالعضلات التي تحتها ، كما تربط أنسجة أخرى وأعضاء ببعضها البعض ، وتوجد في جدران الأوعية الدموية الكبيرة وأماكن أخرى . ويوجد الوعان من الألياف في جدار الأمعاء وفي الجزء العميق (الأدمة) من جلد الفقاريات . تكون الخلايا في النسيج الدهني مستديرة أو مضلعة ، ولها جدران دقيقة ، وتوجد البوابة في أحد حوالب الخلية ، وتحتوي الخلايا على قطرات من الدهن يمكنها أن تكون كريات أكبر . عادة ما ينوب الدهن في القطاعات الميكروسكوبية المحضرة ، والذي يبقى هو هيكل تخطيطي للخلايا .

الوتر هو حزمة من الألياف البيضاء المتوازية محاطة بغمد من نفس المادة ، وللغمد بروتات داخلية تكون حواجز أو فواصل . الغضروف يتكون من مادة خلالية ثابتة ولكنها مرنة (غضروفيين) تنفرز بواسطة مجموعات من الخلايا الغضروفية المستديرة المنطوية فيها ، ويحيط بالغضروف غشاء غضروفي ليفي رقيق . الغضروف الزجاجي يكون أيضا مرقا ، وشاففا ، ومتجانسا . وهو يغطي أسطح المفاصل ونهايات الصلوع ، كما يوجد في الأنف وفي حلقات القصبة الهوائية . والغضروف الزجاجي يشكل الهيكل العنصري في أجنة الفقاريات وفي القروش والقوقعيات البالغة . ويمكن لهذا الغضروف

أن يتشرب بأملاح الكالسيوم دون أن يتحول إلى عظم . يحتوى الغضروف المرن على بعض الألياف الصفراء ويوجد في صيوان الأذن في الثدييات وفي أنابيب أو ستاكبوس . الغضروف الليفي هو أكثر الأنواع مقاومة ويتكون من كتلة من الألياف وقلة من الخلايا والمادة الخلالية ، ويوجد في الوسادات الموجودة بين فقرات الثدييات ، وفي الإرتفاق العائى ، وحول المفاصل التى تتعرض لثنى شديد .

العظم الحقيقى أو النسيج العظمى يوجد في هيكل الأسماك العظمية والفقاريات الأرضية (شكل ٢ - ١١) ، وهو يختلف عن الهياكل الجبرية التى توجد في اللافقاريات . والعظم هو مادة خلالية عضوية كثيفة (كولاجين أساسا) بها رواسب من الأملاح ، أكثرها فوسفات الكالسيوم الثلاثية ، $Ca_3(PO_4)_2$ ، وكربونات الكالسيوم ، كما ك أم ، وتصل نسبة الأملاح حوالى ٦٥٪ من الوزن الكلى . ويتكون العظم إما بأن يحل محل غضروف كان موجودا من قبل (عظم غضروفى) . أو يتبع الخلايا الميزنكيمية الجنينية (عظم غشائى) . والنوعان ينتجان بواسطة الخلايا العظمية . وتنفصل هذه الخلايا عن بعضها بواسطة المادة الخلالية الصلبة ولكنها تحتفظ بوصلات سيتوبلازمية دقيقة تتصل عن طريقها ببعضها البعض وبالأوعية الدموية . وعلى ذلك فالعظم هو نسيج حى يمكن



شكل ٢ - ١١ : تركيب العظم : مكر وعظي (أ) قطاع طولى وعرضى في عظم طويل . (ب) ثلاثة صمغ دائرية حول قناة هافرس كما يظهر في قطاع عرضي . قارن شكل ٣ - ٤

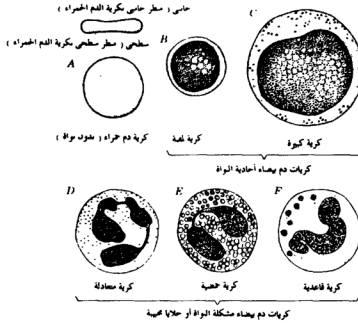
أن يعاد إمتصاص جزء منه أو يحدث تغير في تركيبه . وأثناء حياة الفرد تزداد نسبة العناصر تدريجيا وتقل المادة العضوية وبذلك يكون العظم لدنا في مقبيل الشباب وهشا في الشيخوخة .

يغطي العظم (شكل ٣ - ٤) السمحاق الظاهر وهو ليفي رقيق وترتبط به العضلات والأوتار . داخل السمحاق الظاهر توجد الخلايا العظمية التي تقوم بوظيفة النمو والترميم وترسب المادة المعدنية في طبقات رقيقة أو صفائح . وتكون الصفائح التي تقع تحت السمحاق الظاهر موازية للسطح . في الداخل ، وفي عظام الثدييات الطويلة فقط ، توجد صفائح دائرية أنبوبية صغيرة مكونة مجموع هافرس الاسطواني ، يتكون جداره من كثير من هذه الصفائح وفي مركزه توجد قناة هافرس . وتكون هذه المجاميع طويلة ولكنها تتصل عرضيا بقنوات تسمح بمرور الأوعية الدموية والأعصاب من السمحاق الظاهر إلى تجويف النخاع الداخلي للعظم . وتوجد الخلايا العظمية في فرجات صغيرة أو محافظ بين الصفائح ، وتوصل بين المحافظ قنيات مشعة تمتد فيها زوائد الخلايا السيتو بلازمية . في العظام المسطحة كعظام الجمجمة وأطراف العظام الطويلة ، لا يوجد بالداخل مجموعات منتظمة ويكون العظام إسفنجيا . في القطاعات العرضية المحصرة بنشر هذه العظام تظهر ألياف العظام مرتبة كأشعة في أقواس وأحزمة لمقاومة الضغط الذى يقع من الخارج . تظهر بالميكروسكوب في شريحة العظم الرقيقة المحافظ والقنيات التي تمتلئ بالهواء وتظهر سوداء بانكسار الضوء . ويمتلئ التجويف المركزى في العظم الطويل بالنخاع الأصفر الإسفنجي اللين (يحتوى على كثير من الدهن) . تحتوى نهايات هذا العظم وفجوات العظام الأخرى على النخاع الأحمر وهو مكان إنتاج خلايا الدم .

خلايا اللون أو الخلايا الصيفية هي المسئولة عن لون معظم الحيوانات .

٢ - ٧ الأنسجة الوعائية أو أنسجة الدوران

يعمل الدم واللمف على نقل وتوزيع المواد في الجسم ، ويتكونان من سائل البلازما المحتوى على خلايا حرة أو كريات (شكل ٢ - ١٢ ، جدول ٥ - ١) توجد خلايا الدم البيضاء غير الملونة في جميع الحيوانات التي توجد بجسمها سوائل ، بعضها يعمل على حماية الجسم بانتلاعها للبكتريا والمواد الغريبة الأخرى . ويطلق على عملية إبتلاع المواد البلعمة ، وعلى الخلايا التي لها هذه القدرة الخلايا البلعية . بعض خلايا الدم البيضاء يمكنها أن تتحرك وأن تغير شكلها ولذا تسمى بالخلايا الأميبية (شبيهة الأميبا) . وخلايا الدم البيضاء المقدرة على إختراق جدران الأوعية الدموية وغزو أنسجة الجسم الأخرى . يحتوى دم الفقاريات أيضا على خلايا الدم الحمراء . وهى ملونة بصبغ أحمر هو مادة الهيموجلوبين الذى يستخدم في نقل الأوكسجين . وهذه الخلايا في الثدييات تكون عديدة النواة ، ومقعرة الوجهين ، وعادة مستديرة ، ولكنها في الفقاريات الأخرى ذات نواة ، ومعدبة الوجهين وعادة بيضوية . ينقل السائل البلازما معظم المواد التي يحملها مجرى الدم ، ويكون عديم اللون في الفقاريات ، ولكن سائل البلازما في بعض اللافقاريات يكون ملونا إما أزرق أو أحمر بواسطة صبغ التنفس المذاب (هيمو ساينين ، هيمو جلوبيين ، إلخ)



شكل ٢ - ١٢ : خلايا دم الإنسان كرية الدم الحمراء قطرها ٧,٥ um تقريبا . أنوية كريات الدم البيضاء دافكة (جدول ٥ - ١) .

٢ - ٨ الأنسجة العضلية أو المقبضة .

تم الحركة في معظم الفقاريات بواسطة خلايا عضلية طويلة ورفيعة (شكل ٢ - ١٣) تحتوي على ألياف دقيقة أو ليفات عضلية . عندما تنقبض أو تقبض في الطول أو تنقبض وبذلك تسحب الأجزاء التي تكون مرتبطة بها .

الليفات العضلة المخططة أفراس معتمة ومضيئة عرضية متبادلة مختلفة التركيب والكثافة ، ينتج عنها شكل مخطط عرضي . الأفراس المعتمة تقصر وتنسع عند الانقباض . الخلايا اسطوانية يصل قطرها إلى ٥٠ ميكرون ولكن بعضها يصل طوله إلى بوصة أو أكثر . وتحاط كل خلية بغشاء رقيق (صفحية لحمية) وتحتوي على عدة أنوية طويلة . توحد في الفقاريات مجاميع من الخلايا العضلية المخططة محاطة بأغلفة من النسيج الضام ، مكونة العضلات المختلفة الأشكال . وهذه الأغلفة إما أن ترتبط بسحق العظام المظاهر أو تتجمع مكونة أوتارا ترتبط بواسطتها العضلات مع الهيكل (شكل ٣ - ٥) . الانقباض المتزامن لكثير من الألياف يسبب قصر أو امتداحا للعضلة ، الشيء الذي يمكن رؤيته بسهولة في العضلة ذات الرأسين في العنبد . ترتبط العضلة المخططة في الفقاريات بالهيكل ولذلك تسمى بالعضلة الهيكلية ، ولأنها تعمل بالإرادة الواعية فإنها تسمى أيضا بالعضلة الإرادية .

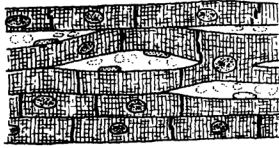
تتكون العضلة الغير مخططة أو اللسما من خلايا رقيقة معزلية الشكل تحتوي كل منها على نواة مركزية يضاوية وليفات متجانسة وتترتب الخلايا في طبقات أو رقائق مرتبطة بسحق ضام ليفي . وتوجد مثل هذه العضلة في الأعضاء الداخلية أو الأحشاء الموحودة في جسم الفقاريات ، كجدار



ملساء أو لا إرادية



مخططية أو هيكلية



قلبية

شكل ٢ - ١٣ : أنواع الخلايا والأنسجة العضلية



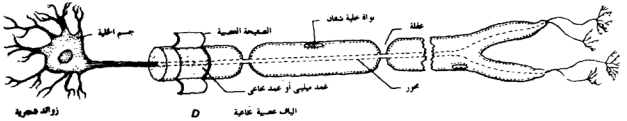
الغور



C

لغة عصبية لا عابرة

الضربات الهائلة للمحور



D

الغلاف عصبية عابرة

شكل ٢ - ١٤ : أنواع الخلايا العصبية

القناة الهضمية ، والأوعية الدموية ، والمرات التنفسية ، والأعضاء البولية والتناسلية ، ولذلك تسمى أيضاً بالعضلة الحشوية . ولأنها لا تخضع للإرادة فيطلق عليها أيضاً العضلة الغير ارادية . في بعض اللافقاريات الدنيا تكون الأجزاء المتقبضة والأجزاء البروتوبلازمية للخلايا واضحة كما يوجد في الحيطيات (شكل ١٧ - ١٠ ب) .

تمتاز العضلة غير المخططة بقدرتها على الانقباض مدة طويلة وإن كان عملها بطيئاً . وهي تكون عضلات الجسم الإرادية في الرخويات . والعضلات المخططة لها القدرة على الانقباض بسرعة ولكنها معرضة للأنهاك وتحتاج لفترات راحة كثيرة . وتوجد في عضلات الأجنحة للحشرات سريعة الطيران ، وفي أجسام وأحشاء مفصليات القدم بصفة عامة ، وفي أجسام كل الفقاريات .

للعضلات القلبية خطوط عرضية رقيقة ، وأليافها متفرعة لتكون شبكة متصلة والعضلة القلبية مخططة ولكنها لا إرادية ، وطوال حياة الفرد تكون فترة راحتها الوحيدة بين الانقباضات المتتالية للقلب .

٢ - ٩ الأنسجة العصبية

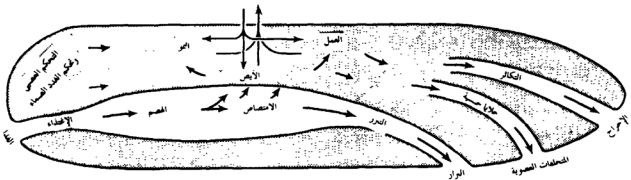
تتكون الأجهزة العصبية من خلايا عصبية ، وهي تختلف في الشكل في أجهزة الحيوانات المختلفة ، كما تختلف فيما بينها في الأجزاء المتعددة لنفس الجهاز. والخلية العصبية عادة لها جسم كبير به نواة واضحة ، وزائدتان بروتوبلازمتان أو أكثر . والزائدة التي تحمل النهايات لحسم الخلية في الفقاريات هي الزائدة الشجرية والزائدة التي تحمل السيل العصبي من الخلية هي المحور . في بعض اللافقاريات يمكن للزوائد أن تحمل السيل في الانبعاثين . في الحيوان الكبير تصل الخلية العصبية الواحدة إلى عدة أقدام في الطول . للخلية العصبية ذات القطبين زائدة شجرية واحدة ومحور واحد أما الخلية العصبية عديدة الأقطاب فيكون لها وزوائد شجرية عديدة ومحور واحد . وغالباً ما تكون الزائدة الشجرية قصيرة ويكون لها فروع كثيرة (مثل الشجرة) قريبة من جسم الخلية ، بينما يكون المحور اما قصيراً أو طويلاً وغير متفرع فيما عدا ليفة جانبية ودية . عندما توحد الخلايا العصبية بأنويتها الواضحة خارج الجهاز العصبي المركزي فإنه يطلق عليها عقدة. تكون مجموعة من الألياف أو الزوائد المربوطة ببعضها بنسيج ضام ، والتي تقع خارج الجهاز العصبي المركزي ، العصب . يتكون الجهاز العصبي المركزي للحيوانات من تجمع من الخلايا العصبية والألياف ، وبينها يوجد العراء العصبي الذي يتكون من أنواع كثيرة من الخلايا ، يبدو أنها تستخدم في حجز الخلايا العصبية متباعدة ويمكن أيضاً أن تساعد في تغذية الخلايا العصبية . تغلف الألياف العصبية بخلايا خاصة تسمى خلايا شفان . ويطلق على الألياف العصبية غير المحاطة بغطاء دهني (نفاخي) الألياف اللاخاعية وتبدو رمادية اللون . أما الليفة النخاعية أو الميلينية فلها محور محاط بغلاف من الميلين يخوى على مادة دهنية تفرزها خلايا شفان ، ويبدو بيضاء . وكل ليفة من البوعين تغطى بغشاء رقيق يسمى الصفيحة العصبية يتكون من خلايا شفان ويساعد العزل الدهني للألياف العصبية في سرعة الانتقال العصبي ويبدو أن الصفيحة العصبية تلعب دوراً هاماً في تحدد الألياف العصبية المخططة .

وبمادة الميلين اختناقات على مسافات تسمى عقل رانفنية وهي تشير إلى الحدود بين خلايا شفات المتتابعة . توجد الألياف اللاخاعية بصفة عامة في الانقاريات ، ولكها في الفقاريات توجد في الجهاز العصبي الذاتي (السيمتواى) وفي مسارات الألياف في الحبل الشوكي (داخليا) والدماغ (خارجيا) . تعطي الألياف النخاعية للأعصاب وللجزء الخارجى من الحبل الشوكي مظهرا مبيضا . ويكون إنتقال السيال العصبي أسرع في الألياف النخاعية منه في الألياف اللاخاعية .

الأجهزة العضوية .

لا بد لكل حيوان ، صغيرا كان أو كبيرا ، من أن يقوم بتشكيله من الوظائف الضرورية (شكل ٢ - ١٥) ، يمكن إختصارها في الأساسيات التالية : النمو ، البقاء ، والتكاثر . وكلى الوظائف الأخرى نخدم هذه المتطلبات الأساسية . وحققة أن عمليات الجسم معقدة .

التحليل (أو كسح) ٢١ : ثنائي أو كسيد الكربون لـ ٢١)



شكل ٢ - ١٥ : رسم تخطيطي للوظائف الأساسية في الحيوان

٢ - ١٠ الأجهزة العضوية

في المجموعات المختلفة لعالم الحيوان ، من الأقل تقدما إلى الأكثر تقدما ، توجد زيادة متتالية في التعقيدات الجسدية لتقوم بالوظائف. ونشأت مجموعة من الأجهزة الجسمية لتخدم الاحتياجات المتنوعة . هذه الأجهزة ووظائفها الأساسية هي كالآتي :

- ١ - غطاء الجسم أو الجلد - حماية من البيئة .
- ٢ - الجهاز الهيكلي - دعامة (وحماية) الجسم .
- ٣ - الجهاز العضلي - الحركة والتنقل .
- ٤ - الجهاز الهضمي - استقبال وتحضير الغذاء ، تبرز الفضلات .
- ٥ - الجهاز الدوري - نقل المواد .
- ٦ - الجهاز التنفسي - تبادل الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون .

- ٧ - الجهاز الإخراجى - التخلص من فضلات الأبيض والسوائل الزائدة .
- ٨ - الغدد الصماء أو جهاز الغدد الصماء - تنظيم العمليات الداخلية ، والتوافق مع البيئة الخارجية .
- ٩ - الجهاز العصبى (وأعضاء الحس) - تنظيم العمليات الداخلية ، والتوافق مع البيئة الخارجية .
- ١٠ - جهاز التكاثر - إنتاج أفراد جديدة .

توجد الأجهزة فى كثير من اللافقاريات وفى جميع الفقاريات . فى بعض الأحيان تؤدي بعض الوظائف مع عدم وجود الأعضاء الخاصة بهذه الوظائف . فعلى سبيل المثال لا يوجد بالاسماك أعضاء للتنفس ، والدوران ، وللأخراج ، وأيضاً لا توجد أعضاء تنفسية أو دورية فى الديدان المفلطحة والخيطيات . والعضو الذى يستمر فى العمل يحافظ على قدرته ، ولكنه إذا لم يستخدم فإنه ينحل . فى الحيوانات الجلجلة وفى عديد من الطفيليات تختص أعضاء مختلفة . ومن ثم فإن الدودة الشريطية التى تخصص غذاءها مباشرة من عائلها ، ليس لها قارة هضمية ، والبراغيث ، والقمل والحشرات الأخرى التى لها عادات طفيلية أو التى تعيش مطمورة ليس لها أجمحة .

المظاهر البيوكيميائية

٢ - ١١ كيمياء جسم الحيوان

كان يظن أن مواد وعمليات المادة الحية تختلف عن تلك التى توجد بالصخور والمعادن والمواد غير الحيوانية الأخرى . وقد أثبت عكس ذلك فى ١٨٢٨ عندما حضرت اليوربا ، وهى منتج إخراجى فى الحيوانات ، من سيانات الأمونيوم وهى مادة غير عضوية . وفى السوات التالية عرف الكثير عن كيميائية الحياة . أمكن تصنيع كثير من المواد العضوية فى المعمل ، بعضها يشبه تماماً المواد الموجودة فى النباتات والحيوانات ، ومواد أخرى كثيرة غير معروفة فى الطبيعة . وبالتدرج حددت وعرفت التفاعلات المعقدة للمواد العضوية . وتخصص الكيمياء الحياتية بدراسة المركبات الموجودة فى الخلايا الحية والسوائل ، وتبحث فى فهم الظاهرة التى تسمى الحياة . البيولوجيا الجزيئية هى تبسيط كثير من المظاهر المفصلة لوظيفة الخلية (فقرات ٢ - ٣١ ، ١١ - ١٩) .

الميزات الفيزيكية

٢ - ١٢ المادة والوزن والجاذبية

يطلق على جوهر الكون والأرض والكائنات الحية لفظ المادة . أى نوع محدد من المادة يمكن أن يوجد فى ثلاثة حالات فيزيكية وذلك تحت تأثير اختلاف درجة الحرارة والضغط وهذه الحالات هى : الحالة الصلبة ، والحالة السائلة والحالة الغازية . فيمكن للماء أن يوجد على هيئة ثلج صلب ، وماء سائل ، وبخار ماء . أصداق الحيوانات والهايكال هى غالباً صلبة ، وبلازما الدم ومعظم

محتويات خلايا الجسم تكون سائلة ، كما توجد الغازات في الرئتين أو مذابة في سوائل الجسم . فغالبا ما يحتوى الحيوان على المادة في حالاتها الثلاثة .

الكتلة أو كمية المادة في أى شئ أو جسم هي صفة أساسية. تجذب قوى معينة أى جسمين من المادة ، وتعتمد درجة الجذب على كتليتهما وعلى المسافة بينهما . ويعرف الجذب بين الأرض وأى حيوان أو شئ على سطحها أو قريب منها بالجاذبية ، وقيمة هذه القوة هي الوزن .

تتحفظ قوة الجاذبية الحيوانات حذاء سطح الأرض أو أى شئ صلب يمكن أن توجد عليه الحيوانات . وتعمل الجاذبية بدرجة أسرع في الهواء عنها في وسط أكثر كثافة مثل الماء حيث تكون المقاومة للحركة أكبر . ويكون وزن الحيوان قليلا على القمر (كتلة صغيرة) ولكنه يكون أثقل بدرجة كبيرة على كوكب المشتري (كتلة كبيرة) وعلاقة حجم أى جسم مع وزنه منسوبا إلى معيار (مثل الماء) تسمى الثقل النوعي ، ويكون منخفضا في حالة الغازات ومرتفعا في المعادن مثل الحديد والذهب . وفي الحيوانات يحدد الثقل النوعي وخاصة علاقات السطح بالحجم عاداتها ويكون له تأثير على أنواع البيئات التي تستطيع الحيوانات المعيشة فيها . تستطيع الخفافيش ، والطيور والحشرات أن تطير وذلك بسبب إتساع أسطح أجنحتها ، وتسبح بعض اللافقاريات المائية وتطفو لأن أسطحها كبيرة بالنسبة لوزنها . يكون الثقل النوعي الفعال لأى حيوان مائى أقل منه في مثيلة من الحيوانات الأرضية وذلك لأن الأول يخف بمقدار وزن الماء الذى يزيحه .

بسبب صفة أخرى هي القصور الذاتي ، فإن الجسم في حالة السكون يميل إلى البقاء ساكنا ، بينما الجسم المتحرك يميل إلى الاستمرار في الحركة . ينسب القصور الذاتي مباشرة للكتلة . تحتاج عربة الطفل إلى قوة أقل للبدء في التحرك (متغلبة على القصور الذاتي) عن تلك التى تحتاجها السيارة ، ولكن حركة العربة تقابل بمقاومة سطحية أكثر وتميل للتوقف أسرع من السيارة الثقيلة . ونفس الشئ يوجد في الحيوانات . فالقصور الذاتي في الحشرة أقل منه في الدب ، وبذلك يمكنها أن تبدأ الحركة وتتوقف بسرعة أكثر . وفي غياب الجاذبية ، وعند عدم وجود إحتكاك بالهواء أو الماء أو الأرض فيمكن للجسم المتحرك أن يستمر في الحركة إلى ما لا نهاية . ولكن على الأرض تتغلب مقاومة الأشياء المحطة على القصور الذاتي للحركة . فالحيوان ، صغيرا كان أم كبيرا لا بد له من بذل مجهود للدفع للأمام لكي يستمر في الحركة .

٢- ١٣ تماسك والتلاصق

تعمل قوى أخرى مع الجسيمات ذات الأحجام التى لا يكشفها الميكروسكوب (جزيئات ، أنظر فقرة ٢ - ١٥) . التماسك يهتم بحفظ الجسيمات التى من نفس النوع معا . والتلاصق يجمع الجسيمات مختلفة النوع . تماسك الجزيئات على سطح كمية من الماء (أو سائل آخر) ينتج تأثيرا يشبه الجلد المرن يسمى التوتر السطحي الذى يميل لجعل السطح أصغر ما يمكن في الإتساع . وهذا التوتر له قوة مرونة مقدرة تحمل أبرة نظيفة عندما توضع على السطح . فاجلت الماء وحشرات أخرى تستطيع المشي على سطح الماء لأن أقدامها تكون مغطاة بشمع غير قابل للبلل وبذلك لا يحطم قوة

التماسك . يلف التوتر السطحي ماء المطر ويجعله على هيئة قطرات ، كما تشكل الكميات الميكروسكوبية من الزيوت داخل الخلايا الحيوانية على هيئة قطرات بتأثير التوتر السطحي . التلاصق والتوتر السطحي هما المسئولان عن رفع السائل داخل الأنبوبة الشعرية . والحشرة التى تقع بأجنحتها على بركة أو حوض قد لا تستطيع الطيران وذلك بسبب تلاصق أجنحتها مع الماء . كل الظواهر - الجاذبية ، والقصور الذاتي ، والتماسك ، والتوتر السطحي ، والتلاصق - تتدخل فى تركيب وعمليات جسم الحيوانات على المستوى الإجمالى والميكروسكوبى .

٢ - ١٤ الطاقة

إحدى المكونات الأساسية لعالمنا هى الطاقة ، القدرة على إنجاز العمل . كل أنشطة الكائنات الحية تستلزم وجود الطاقة . على سبيل المثال . حركات الحيوانات ، الهضم وأستخدم الطعام ، وتوصيل السائل العصي . يمكن للطاقة أن تظهر بعدة طرق : الحركة مثل طيران الحشرة السخونة وهى زيادة درجة الحرارة (ويرجع ذلك إلى الحركة العشوائية للجسيمات داخل المادة) ، التغير الكيميائى أو التفاعل كما يحدث فى هضم الطعام ، التيار الكهربى ، سريان السيل العصبي فى عصب ، والضوء ، نقل وحدات تسمى فوتونات . كل هذه التماذج ، والتى يمكن أن تتحول بعضها إلى بعض ، يطلق عليها الطاقة الحركية . ويوجد نوع آخر تسمى الطاقة الكامنة أو طاقة الوضع . اليد أو القدم المرفوعة يكون لها طاقة كامنة ولكن عندما تتأرجح لإلقاء أو كل كرة تتحول إلى طاقة حركية . وطبقا لمعادلة أينشتاين ($E=Mc^2$) فإن المادة والطاقة يمكن أن تتحول من بعضها لبعض الأخر ، ولكنها ظاهرة الانشطار النووى ، ومثل هذه الطاقة الذرية ، التى تعتبر النوع الثالث ، نادرة الوجود فى الكائنات الحية .

تحويل الطاقة بحكمة قانونان . ينص القانون الأول للديناميكا الحرارية على أن الكمية الكلية للطاقة تبقى بدون تغير فى أى جهاز مقفل . فى أى حيوان تستهلك الطاقة التى يحصل عليها من الطعام فى الحركة ، والهضم ، والعمليات الجسدية الأخرى ، أو تفقد كحرارة مشعة فى البيئة .

فى الواقع ، لم يفقد شيء من الحرارة إلى النظام البيئى الذى يكون الحيوان جزء منه .

وينص القانون الثانى للديناميكا الحرارية على أن الحرارة هى النتيجة النهائية لكل تحولات الطاقة وأن كل أشكال الطاقة يمكن أن تتحول كلية إلى حرارة ، ولكن الحرارة لا يمكنها أن تتحول إلى الأشكال الأخرى للطاقة . والطاقة التى يحصل عليها الحيوان تتحول بتنوع فى النظام الداخلى للجسم ، ولكن كل الطاقة التى تستخدم فى الحركة ، والاحتكاك ، والتحويلات الكيميائية وحتى فى السيل العصبي تصير فى النهاية حرارة تفقد إلى البيئة .

فى التحليل الأخير ، تعتمد الطاقة فى العالم من الشمس . والاشعاع الشمسى هو المسئول عن تكوين ونمو النباتات التى تعتمد عليها عمليا كل الحيوانات (فصل ١٢) .

٢ - ١٥ تركيب المادة

من الخبرة اليومية يمكننا التعرف إلى آلاف الأنواع من المواد التي تسمى - ماء ، حديد ، سكر الخ . وبالفحص المجرد لا يمكن التوصل إلى أن هذه المادة نقية - من نوع واحد - أو خليط من مولتين أو أكثر . فماء العادى ، على سبيل المثال ، يحتوى عادة على الأوكسجين (غاز) والأملاح (مواد صلبة) مذابة . ولمعرفة الصفات الحقيقية للماء فقط يجب التخلص من المواد الأخرى . يختص علم الكيمياء بتركيب وتكوين المواد ، والتفاعلات التي تجريها هذه المواد .

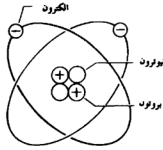
بين البحث الكيميائى أن كل نوع من المادة النقية يتكون من وحدات تركيبية فوق ميكروسكوبية تسمى الجزيئات . وبدورة يبنى كل جزيء من عنصر كيميائى واحد أو أكثر . والعنصر هو مادة يمكن تجزئتها إلى صورة أبسط الوسائل الكيميائية العادية . تسمى جسيمات العنصر بالذرات وهى قوالب البناء الأساسية ، وتشابة ذرات كل عنصر . يتكون جزيء الماء من ذرتين من عنصر الأيدروجين وذرة واحدة من عنصر الأوكسجين . ولسهولة تفريز الحقائق الكيميائية ووصف التفاعلات الكيميائية فقد استبدلت أسماء العناصر برموز : يد للأيدروجين ، أ للأوكسجين ، ك للكربون ، وهكذا وعلى ذلك أصبح رمز جزيء الماء يد ٢ أ ، وغاز الأكسجين ٢ أ ، ولسكر المائدة المعروف ك ١٢ يد ٢٣ أ . مجموع العناصر الكيميائية التى توجد فى الطبيعة ، والتى أمكن التعرف عليها وتسميتها ودراساتها هو ٩٢ كما أمكن تخضير ١١ عنصر إضافيا فى المعمل ، وبذلك يكون المجموع ١٠٣ .

بالطرق غير المباشرة ، أمكننا معرفة أن الذرات بدورها ، تتكون من جسيمات صغيرة جدا . ولا يستطيع أى إنسان أن يرى الجزيئات والذرات والمكونات الأصغر وكل جسيمات فوق ميكروسكوبية ، ولكن بتجارب فيزيقية دقيقة والحسابات أمكن تحديد أوزانها ، ومعرفة شحناتها الكهربائية وحساب سرعة إرتحالها . ومن هذه النتائج وغيرها من الحسابات أمكن تصور البنيان التركيبى للجزيئات والذرات ، كما أمكن عمل نماذج لكثير منها .

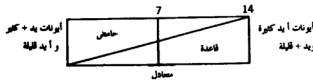
٢ - ١٦ الذرات

بصفة عامة أعتبرت الذرة على أنها كروية لها نواة مركزية حولها جسيم واحد أو أكثر تسمى الألكترونات تدور فى مدارات (شكل ٢ - ١٦) . يشبة بنيان الذرة على وجه التقريب جهازنا الشمسى بشمسة فى المركز (نواة) والكواكب الدوارة (الألكترونات) . وفى الحالتين يوجد فراغ كبير بين المكونات . إذا أمكن تكبير الذرة حتى يصل قطرها إلى ١٠٠ قدم فإن مقطع النواة قد يصل إلى $\frac{1}{100}$ بوصة . حول النواة تدور الألكترونات بسرعة لدرجة أنها تظهر كغشاوة باهتة .

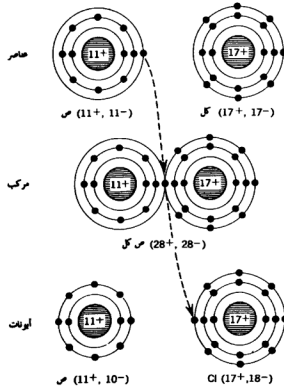
تتكون النواة من البروتونات ، ويحمل كل منها شحنة موجبة واحدة ، ومن نيوترونات عديمة الشحنة . ولكل بروتون موجب الشحنة فى النواة ، يوجد إلكترون سالب الشحنة فى إحدى المدارات . وعلى ذلك فإن الذرة كلها تكون متعادلة حيث أن الشحنات الموجبة تساوى الشحنات السالبة .
























شكل ٢ - ١٦ : نموذج للتركيب المقترح لذرة الهيليوم



شكل ٢ - ١٩ : مدى الرقم الإندروجيني



شكل ٢ - ١٨ : الاتحاد الكيميائي ثم التفكك . العناصر.. كل له شحنات موجبة تساوى شحنتها السالبة . الصوديوم (ص) ، له إلكترون واحد في المدار الخارجي ، الكلورين (كل) ينقصه إلكترون في مداره الخارجي . المركب هو كلوريد الصوديوم (ص كل ، ملح المائدة) سيتقاسم الإلكترون واحد . التفكك . عندما يذوب المركب في الماء فإنه يتفكك إلى أيونات كل له مدار خارجي كامل ، أيون الصوديوم له شحنة واحدة موجبة ، وأيون الكلورين له شحنة واحدة سالبة .

							
هـ أهروجن							هـ هيليوم
							
Li ليثيوم	Be بيريوم	B بورون	C كربون	N نيتروجين	O أكسجين	F فلور	Ne نيون
							
Na صوديوم	Mg مغنسيوم	Al ألومنيوم	Si سيلكون	P فوسفور	S كبريت	Cl كلور	Ar أرجون
							
K بوتاسيوم	Ca كالكسيوم			Fe حديد			

شكل ٢ - ١٧ : الجزء الأول من الجدول الدوري بين تركيب الذرات . العدد الذي يوجد في المركز يمثل النواة وشحنها الموجبة - العدد الذري . تمثل النقط السوداء الصغيرة الإلكترونات السيارة سالبة الشحنة في مداراتها . تضم الذرات ، ذرات عناصر شائعة (ك ، يد ، ا ، ن) أو ضرورية (ص ، يو ، الخ) في المادة الحية ، وبعضها يوجد في كميات ضئيلة كعناصر أثرية (ح ، س ، الخ) . أستبعدت خمسة أنواع من الذرات بين الكالسيوم والحديد .

تختلف ذرات العناصر الكيميائية المختلفة من عنصر لآخر في عدد النيوترونات ، والبروتونات والإلكترونات التي تحتويها كل منها (شكل ٢ - ١٧) . اتحاد العناصر الكيميائية لتكون المركبات (الجزيئات) تستند على إنتقال أو مشاركة الإلكترونات بين نوع من الذرات ونوع آخر (شكل ٢ - ١٨) .

تحتوى الأنواع المختلفة من الذرات على ١ - ٧ مدارات متراكزة ، أو قشور ، كل عليها إلكترون

واحد أو أكثر . يمكن ترتيب العناصر في جدول دورى طبقا لعدد البروتونات التى تحتويها ذرة كل عنصر فللايدروجين بروتون واحد ، وعلى ذلك فإن عدده الذى يكون واحدا ، وللhelium اثنان ، وللصوديوم ١١ ، وهكذا . الوزن الذرى هو عدد ثابت خاص لكل نوع من الذرات منسوباً إلى الكربون (١٢) كميّار . وهو يساوى تقريبا مجموع البروتونات والنيوترونات فى النواة . ومن الناحية العملية تعتبر الألكترونات عديدة الوزن . وكأمثلة للأوزان الذرية : الأيدروجين ، والكربون ١٢ ، والصوديوم ٢٣ ، واليورانيوم ٢٣٨ .

لكل ذرات العنصر نفس العدد الذرى ولكنها تختلف فى الوزن الذرى لأن بعضها يحوى على نيوترونات أكثر من الأخريات .

يكون للنظير بالضرورة نفس الصفات الكيميائية للعنصر الأصل ولكنه يختلف فى الوزن الذرى . توجد أنواع محددة من النظائر تطلق الكترونات أو إشعاع كهرومغناطيسى ولذلك يقال عليها نشطة إشعاعيا ، بعضها يمكن إنتاجه إصطناعيا والبعض الآخر يوجد فى الطبيعة . الكربون ١٤ (الوزن الذرى) هو نظير يشبه بالضرورة نتوجة الكربون ١٢ ، ولكنه نشط إشعاعيا ويمكن أن يدمج فى مادة تحتوى على الكربون ويطعم به حيوان أو يحقن فيه ، وبذلك يمكن متابعة مسار هذا النوع من الذرات فى أجزاء الجسم المختلفة بواسطة جهاز يسجل النشاط الإشعاعى مثل عداد جايجر . يمكن لنظائر أخرى أن تصبح نشطة إشعاعيا من خلال إطلاق طاقة نووية (إشعاع حاما) . استخدام النظائر فى الأبحاث على النباتات والحيوانات يفيد فى إيضاح بعض التفاصيل الأساسية والوثيقة الخاصة بعمليةهم الكيميائية .

٢ - ١٧ الأيونات والألكتروليتات والمركبات

إذا كان المدار الخارجى يحوى على الكترونات أقل من نصف العدد الكلى الذى يمكن للمدار أن يحمله فإن هذا يمكن أن يفقد الكترون أو أكثر ، وإذا كان يحوى على أكثر من النصف فإنه يمكنه أن يحصل على الكترونات . التغير فى عدد الألكترونات بغير الطبيعة الكهربائية للذرة ، فعندما نحصل على الكترونات فإنها تصبح سالبة ولكنها عندما تفقد أيا منها فإنها تصبح موجبة . وتسمى القوة المتغيرة بالايون ، مع زيادة الألكترونات تصبح أيون (أيون سالب - تحمل شحنة سالبة وتحرك فى المجال الكهربائى فى إتجاه الأنود أو القطب الموجب) ، ومع نقص الألكترونات تصبح كاتيون (تتحرك فى إتجاه الكاثود أو القطب السالب) المادة التى تنتج عن التحام نوعين أو أكثر من الذرات أو الأيونات تسمى المركب (شكل ٢ - ١٨) . اتحاد الماء مع مركب كيميائى مذاب فيه يسمى محلول . والمركب الذى يتفكك إلى أيونات وكاتيونات ، عندما يذاب فى الماء ، يكون محولا يوصل التيار الكهربائى . وعلى ذلك فإن أى مركب كيميائى يتفكك إلى أيونات فى الماء يسمى الكتروليت . وأى مركب كيميائى يتفكك فى الماء منتجا أيونات الأيدروجين (بروتونات يد⁺) يسمى حامض . مثل حامض الأيدروكلوريك (يد كل) ، حامض الخليك (فى الخل) ، حامض اللينيك (فى اللبن الحامض) ، وحامض الكبريتيك (يد ٢ كب ٤) . القاعدة أو القلوى هى

مركب ينتج في الماء أيونات أيد⁻ أو يقبل بروتونات . القلويات (ص أيد أو يو أيد) والأمونيا المألوفة (ن يد أيد) هي أمثلة معروفة . الأحماض والقلويات المركزة تركيزاً قوياً تكون مهيجة وحارقة للجلد وللأغلفة الرقيقة للعيون والقم .

قوة الحامض أو القاعدة تُحدد بواسطة العدد النسبي لأيونات الإيدروجين (يد +) وأيونات الهيدروكسيل (أيد⁻) الموجودة في المحلول . وهذه توضح بواسطة مقياس يسمى PH (الرقم الأيدروجيني) . وبهذا المقياس فإن القيمة ٧ تدل على التعادل أى أن تركيز يد+ وتركيز أيد⁻ متساويان . كلما انخفض رقم المقياس ازداد تركيز أيونات الهيدروكسيل وبذا تقوى القاعدة . يبدأ المقياس عند الصفر وينتهي عند الرقم ١٤ (شكل ٢ - ١٩) . معظم سوائل جسم الإنسان يكون رقمها الأيدروجيني قريباً جداً من الرقم ٧ . والرقم الأيدروجيني لدم الإنسان هو حوالى ٣ و ٧ أى إنه قلوى خفيف . عندما يخلط الحامض والقاعدة ينتج ملح وماء . تلتحم أيونات الأيدروجين والهيدروكسل مكونة الماء (يد^٢ أ) ثم تندمج باقى الأيونات مكونة مركباً جديداً هو الملح . وعلى سبيل المثال ، عندما يمزج حامض الأيلروكلوريك (يد كل) وأيدروكسيد الصوديوم (ص أيد) في محلول تتكون النتيجة مركب كلوريد الصوديوم (ص كل) وماء . فقد حل أيون معدن الصوديوم محل أيون الأيدروجين في الحامض . وهذه العملية هي التفاعل الكيميائى ويمكن أن تشرح بالرموز كمعادلة كيميائية كالآتى :



ويشير السهم إلى اتجاه التفاعل لو كان التفاعل منعكساً ، كما هو الحال في كثير من التفاعلات البيولوجية التى تم في الكائنات الحية ، فيستخدم رمز ثنائى .

٢ - ١٨ المخاليط

عندما تخلط مادة مع أى سائل ، فإن النتيجة تكون إما محلولاً ، أو عالقاً أو غروائياً . في المحلول تصبح جزيئات أو أيونات المادة المذابة (المذاب) موزعة بالتساوى في جزيئات السائل (المذيب) . تكون كثير من الأحماض ، والقواعد والأملاح ، ومركبات أخرى (على سبيل المثال ، السكريات) محاليلاً حقيقية يختفى فيها الذائب بسرعة عن النظر ويصبح المذيب رائقاً . ويمكن إذابة السائل في سائل آخر مثل إذابة الكحول في الماء ، كما يذاب الغاز في السائل مثل الأوكسجين في الماء . ولكن إذا كانت الجسيمات المنتشرة كبيرة الحجم (مجاميع من الجزيئات) ، ولا تنوب فينتج العالق ، فخلط الطمى والدقيق في الماء يؤدى إلى ناتج معكر ، إذا ترك ساكناً فإن المحلول يروق ببطء حيث أن الجسيمات تترسب في القاع . المستحلب هو مخلوط من سائل وجسيمات دقيقة أو قطرات من سائل آخر ، ومن أمثلة ذلك اللبن الذى يحتوى على قطرات من القشدة (دهن الزبد) والمايونيز (زيت ، و خل ، وبيض فى)

الغرواني ينتج عندما تكون الجسيمات متوسطة الحجم - كبيرة إلى الدرجة التي لا تدخل في المحلول وصغيرة إلى الدرجة التي لا ترسب فيها . الفراء هو مادة غروانية تتكون من جيلتين حيوانى في الماء حيث تبقى الجسيمات عالقة لزمّن غير محدود . ويسمى الماء المادة الحلالية (الحالة المستمرة أو الخارجية) وتسمى المادة الأخرى بالمحتوى (الحالة المنتشرة أو الداخلية) . وقطر الجسيمات الغروانية يتراوح بين 10^{-6} إلى 10^{-3} سم ، وهى أكبر من معظم الجزيئات الكيميائية ولكن لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب العادى . ينتج عن أقسام المادة إلى جسيمات دقيقة زيادة ضخمة في نسبة المساحة إلى الحجم . فإن السنتيمتر المكعب الصلب من أى مادة له سطح يساوى 6 سم^2 (نحو بوصة مربعة) ولكنه عندما ينتشر كجسيمات قطرها 10^{-6} سم فإن مجموع سطحها يصل إلى ٦٠٠٠ متر مربع أو $1\frac{3}{8}$ أكر. وللأسطح الكبيرة التي تنتج عن الانتشار الغروانى في المادة الحية أهمية للتغيرات الكيميائية التي تتم بنجاح بصفة مستمرة فيها . الغروانيات لا يمكنها الانتشار خلال الأغشية (فقرة ٢ - ١٩) ، وعند تحييفها تتحول إلى كتل ليس لها شكل محدد . وعلى العكس فالبلورانيات (مثل الملح أو السكر) تنتشر بسهولة وعندما تحبف ينتج عنها بلورات لها بناء منتظم ومميز . وتوجد الغروانيات إما في صورة نصف صلبة هلامية أو في صورة سائلة (مثل الجيلاتين في الماء عندما يكون بارداً وعندما يسخن) . نجد في المادة الحية وهى غروانية جداً أن هذه الحالات يمكن أن تبدل خلال العمليات الأيضية .

٢ - ١٩ الإنتشار والأموزية

جزيئات أى نوع من المادة تكون في حركة مستمرة ، وإختلاف حالات المادة - صلبة ، سائلة أو غازية - ينتج عن الدرجة النسبية للحركة المتاحة . في المواد الصلبة مثل الحديد والقرميد ، يكون مجال الحركة صغيراً جداً . عندما نزداد الحركة تكون المادة سائلة ، ويزيادة أكثر تكون غازية . في السائل أو الغاز تتحرك الجزيئات في كل الاتجاهات حتى تتوزع توزيعاً متساوياً داخل الفراغ المتاح باستخدام قوة التكبير العالية في الميكروسكوب تشاهد الجسيمات الدقيقة في العالق في حركة براونية ، إهتزازية تنتج عن قذف الجسيمات بجزيئات من العلق .

حركة الجزيئات من وسط ذى تركيز أعلى إلى آخر ذى تركيز أقل تسمى الإنتشار . إذا أطلق غاز ذو رائحة (مثل كبريتيد الإيثيلوجين) في أحد أركان حجرة ، فإنه ينتشر بسرعة ويمكن شمه في أى مكان في الحجرة . وعندما يوضع السكر أو الملح في الماء فإنه يذوب بسرعة ، وتنتشر جزيئاته أو أيوناته إنتشاراً متجانساً في الماء ، ويمكن التأكد من ذلك بسحب قطرة بواسطة ماصة من أى جزء من المحلول وتذوقها .

القوى التي تطرد جزيئاً بعيداً عن الآخر ينتج عنها ضغط إنتشارى يتناسب مع عدد الجزيئات الموجودة في وحدة الحجم ، إذا تواجد غازان في وعاء فسينتشران بالتساوى ويكون الضغط الكلى هو مجموع الضغطين الجزئيين . بنفس الطريقة يوجد ضغط إنتشارى في المحلول عندما تذاب كمية من أى مادة في سائل .

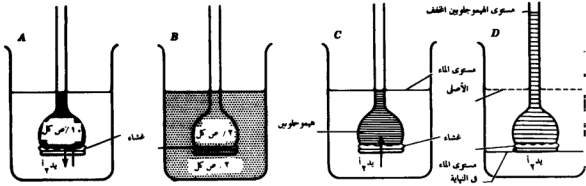
عندما يقسم وعاء يحتوى على الماء بواسطة حاجز معدنى ، يمكن حينذاك إذابة السكر فى خانة والملح فى الخانة الأخرى ، ولكن المحلولين لا يمتزجان . ولكن عند إستخدام حاجز من الكولوديون ، أو السلوفان أو الرق ، فإن السكر سينتشر خلال هذا الحاجز من الخانة الأولى إلى الثانية ، وسينتشر الملح فى الاتجاه العكسى . وسيعمل الحاجز الرقيق كغشاء منفذ له ثقب تحت ميكروسكوبية تسمح بمرور جزيئات السكر والملح . تحاط كثير من التراكيب الدقيقة فى أجسام الحيوانات بواسطة أغشية شبه منفذة وهى إنتقائية فى عملها . مثل هذه الأغشية هى التى تنظم مرور المواد الغذائية ، والغازات التنفسية ، والمواد الضرورية الأخرى ، والمخلفات بين أجزاء الجسم . بعض الأغشية يسمح بمرور الجزيئات الكبيرة أكثر من الأخرى ، ويختلف معدل المرور باختلاف نوع الغشاء ، وأنواع وكميات المادة على جانبيه .

عندما توضع محاليل مواد مذابة مختلفة التركيز على جانبي غشاء منفذ ، فإن إختلاف الضغط الانتشارى ينتج عنه تبادل للماء وللمواد المذابة خلال الغشاء حتى يحدث الأتزان (يتساوى الضغط الانتشارى) على الجانبين . إنتشار الماء خلال غشاء شبه منفذ يسمى الاسموزية (يطلق بعض العلماء هذا اللفظ أيضا على أنتشار المواد المذابة) . عندما يتساوى سائلان فى تركيز المواد المذابة فيها فإنهما يسميان متساويا التركيز . تحضر المحاليل التى تستخدم فى غمر الخلايا والأنسجة الحية للدراسة بحيث تكون متساوية التركيز مع السوائل الطبيعية التى تحيط بهذه الأنسجة فى الجسم ، من حيث أنواع وكميات الأملاح الأساسية (٩٠ ٪ ص كل لدم وأنسجة الثدييات ، الخ) . والمحلول الأقل تركيزا له تركيز منخفض من المواد المذابة عن ذلك الذى يوجد فى المادة التى يقارن بها ، بينما يحتوى المحلول الأكثر تركيزا على تركيز أعلى .

يمكن إيضاح الإنتشار والأموزية بإجراء تجربتين (شكل ٢ - ٢٠) تستخدم فيهما أغشية شبه منفذة إسطوانية (كولوديون أو سلوفان) . تغطى نهاية أنبوبة رفيعة بغشاء شبه منفذ وتقلب فى كأس . يوضع فى الأنبوبة محلول ملح ١٠ ٪ (ص كل ، وزنه الجزيئى ٥٨) ، ويوضع بالكأس ماء نقى (أ). سينتشر بعض الملح خلال الغشاء من الأنبوبة إلى الكأس ، وسينتشر بعض الماء من الكأس إلى الأنبوبة حتى يحدث الإتزان وذلك بتساوى كميات الملح والماء فى كليهما (ب). عندما يوضع محلول من الهيموجلوبين فى الأنبوبة (ج) فإن الماء سيتحرك من الكأس إلى الأنبوبة بواسطة الاسموزية ، وبذلك سيرتفع مستوى السائل فى الأنبوبة وسينخفض فى الكأس (د). ويحدث هذا لأن جزيئات الهيموجلوبين كبيرة جدا (الوزن الجزيئى من ٦٣٠٠٠ إلى ٦٨٠٠٠) فلا يمكنها المرور خلال ثقب الغشاء . وتوضح هذه التجارب العمليات التى تتدخل فى إنتقال المواد عبر أغشية الخلايا الحية فى أجسام الحيوانات .

ولو أن الأموزية تثنى إنتقال بعض المواد عبر الأغشية فى جسم الحيوان ، مثل مرور الأوكسجين من الرئتين إلى الدم ، إلا أنها لا تختص بكل أنواع الإنتقال. ففى كثير من الحيوانات تنتقل مواد معينة من مناطق ذات تركيز قليل إلى أخرى ذات تركيز مرتفع . وهذه الحركة التى تتم ضد تركيز أعلى تسمى الانتقال النشط . وهذا النوع من الانتقال يتطلب بذل الطاقة التى يتحصل عليها من عملية

التنفس الخلوى (قرة ٢ - ٣١) . وحقيقة هذه الميكانيكية غير معروفة بالكامل .



شكل ٢ - ٢٠ : الإنتشار البسيط والأسموزية . إلى اليسار (أ) تخوى نهاية الأنبوبة الرفيعة على محلول ملح ١٠٪ وتغطى بغشاء منفذ ومقربة في كأس به ماء نقى (ب) ينتشر الملح خارجا خلال الغشاء ، وينتشر الماء إلى الداخل حتى يصبح المحلول متساوى القوة على الجانبين (التوازن) إلى اليمين . (جـ) محلول الميموجلوبين في الأنبوبة ، والماء النقى في الكأس . (د) جزيئات الميموجلوبين كبيرة جدا فلا تستطيع أن تمر خلال ثقوب الغشاء شبه المنفذ ، ولكن الماء ينتشر للداخل ، مخففا محلول الميموجلوبين ، فيرتفع مستوى السائل في الأنبوبة وينخفض في الكأس .

٢٠ - ٢ المنظمات

يستطيع البروتوبلازم أن يحيا في أطار حدود فيزيقية وكيميائية معقولة ، تضم (١) درجة الحرارة بين صفر مئوية (٣٢ فهرنهايت) إلى ٤٠ أو ٤٥°م (١٠٤ أو ١١٣°فهرنيت) ، (٢) وجود غاز الأكسجين في حدود ضغوط معينة ، (٣) تركيزات معينة ومحددة للأملاح ، و (٤) إتران بين أيونات يد + وأيونات أيد- الإتران الحمض القاعدى (تنظيم الرقم الأيدروجينى pH) . ويمكن المحافظة على هذا الإتران بواسطة المنظمات ، وهى إتحاد لأملاح معينة أو أحماض ضعيفة تتفاعل مع الأحماض القوية والقواعد القوية لتنتج أحماضا أو قواعد ضعيفة ، وأملاح ، وماء . وعلى سبيل المثال يحتوى الدم على منظمات من الكربونات تتكون من بيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم (ص يد ك أم و بو يد ك أم) ومن حامض الكربونيك (يد ك أم) وهو حامض ضعيف . عندما يدخل حامض قوى مثل حامض الأيدروكلوريك (يد كل) إلى الدم ، تحوله أملاح المنظم إلى حامض ضعيف لا يمكنه تخفيض الرقم الأيدرو جينى pH مثلما يستطيع حامض الأيدروكلوريك .

ص يد ك أم +	يد كل ←	ص كل +	يد ك أم
بيكربونات	حامض	كلوريد	حامض
الصوديوم	الأيدروكلوريك	الصوديوم	الكربونيك

ومن ناحية أخرى عندما تدخل للدم قاعدة قوية مثل أيدروكسيد الصوديوم (ص ايد) ، فإن حامض الكربونيك الموجود في المنظم سيعادها :

ص أ يد ←	ص يد ك أم +	يد ك أم +
أيدروكسيد	بيكربونات	ماء
الصوديوم	الصوديوم	الكربونيك

تنظم مياة البحر بواسطة البيكربونات إلى رقم أيدروجيني PH حوالى ٨,١ وهو مناسب للحيوانات. محاليل الأملاح متساوية التركيز (رينجر ولوك) التى تستخدم لدراسة الأنسجة الحيوانية تنظم بالبيكربونات .

المكونات الكيميائية للبروتوبلازم

يحتوى البروتوبلازم على ٢٠ من العناصر الكيميائية الطبيعية وعددها ٩٢ . نسب هذه العناصر والمركبات الخاصة التى تدخل في تركيبها تختلف في الحيوانات المختلفة ، وفي الخلايا والأنسجة المختلفة لنفس الحيوان . وهذه العناصر هى من بين العناصر الشائعة في الصخور ، والتربة ، وماء الأرض ، وهى موجودة في الأغذية التى تتناولها الحيوانات ، وفي المنتجات الحيوانية المفيدة أو الإفرازات ، وفي المواد المتخلفة عن أيض الحيوان . متوسط نسب المواد الكيميائية في بروتوبلازم الحيوان (بالوزن) وبعيدا عن المادة الخلالية) هى كالآتي :

النسبة	العنصر
٧٦	الأوكسجين (أ)
١٠,٥	الكربون (ك)
١٠,-	الأيدروجين (يد)
٢,٥	النيتروجين (ن)
-٣	الفسفور (فو)
-٣	البوتاسيوم (بو)
-٢	الكالسيوم (كب)
١,٠	الكلور (كل)
٠,٥	الصوديوم (ص)
٠,٢	الكالسيوم (كا)

المغنسيوم (ما)	-٠,٢
الحديد (ح)	-٠,١

توجد أيضا في كثير من الحيوانات كميات ضئيلة من السليكون (س)، والنحاس (نح)، والألومنيوم (لو)، والمغنيز (م) واليورون (ب)، والكوبالت (كو)، واليود (ي)، والفلور (فل)، والبروم (بر). ولا يوجد عنصر خاص بالأشياء الحية، ولكن الكربون والنتروجين يوجدان بوفرة في البروتوبلازم عنهما في المواد غير الحية.

٢ - ٢١ الماء، والأملاح والغازات

يحتوى البروتوبلازم على ماء كثير (يد ٢ أ)، وأملاح مختلفة (ص كل، ك ك أ، الخ)؛ وبعض الغازات، وخاصة الأوكسجين (أ) وثاني أوكسيد الكربون (ك أ). يكون الماء من ٨٠٪ إلى ٩٥٪ من الوزن، ويكون موجودا في الخلايا والحيوانات حديثة السن بوفرة أكثر من المسنة، وفي الحيوانات المائية الدنيا يكون الماء أكثر من الأنواع الأرضية المتقدمة الماء (١) هو أحسن مذيب للمركبات غير العضوية وهو مذيب جيد لكثير من المركبات العضوية، (٢) يعتبر مناسباً لتفكك الألكتروليتات المذابة فيه، (٣) له توتر سطحي مرتفع، و(٤) له قدرة عالية في إمتصاص الحرارة. تعتمد كل العمليات الحياتية الضرورية على هذه المميزات للماء، وتعتبر حياة الكائنات على هذه الأرض مستحيلة بدون الماء. تحيط سوائل الجسم المائية (اللف وبلازما الدم) بالخلايا في جسم الحيوان وتنقل المواد منها وإليها. عادة يوجد للحيوانات الأرضية غطاء مناسب للجسم ووسائل أخرى لتحد من فقدان الماء.

الأملاح الغير عضوية هي أساسا تلك الموجودة في ماء النحلا، وأهمها كلوريد الصوديوم (ص كل) وتوجد في تركيزات قليلة. وأيونات هذه الأملاح هامة في تركيب البروتوبلازم، وفي أنشطته الكيميائية وخواصه الكهربائية، وهامة أيضا للنمو، والحفاظ على الصحة، والتكاثر. يكون هيكل وأصداف كثير من الحيوانات من الأملاح غير العضوية وخاصة كربونات الكالسيوم، كأك ٣، وفوسفات الكالسيوم ك٣ (فو أ ٤) التي تفرزها خلايا أو أنسجة خاصة (متميزة).

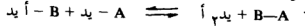
٢ - ٢٢ المركبات العضوية

يطلق على المواد التي تحتوى على الكربون متحدا مع الإيدروجين أو الأوكسجين أو الإثنين معا المركبات العضوية. يعرف مليون أو أكثر من هذه المركبات. وكان يعتقد سابقا أن هذه المركبات تنتج فقط في البروتوبلازم ولكن الكيميائيين تمكنوا من تحضير تشكيلة ضخمة تضم كثيرا من

المركبات غير المعروفة في الطبيعة .

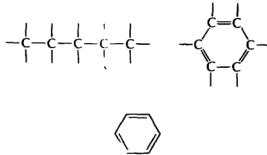
يختلف عنصر الكربون إلى حد ما عن العناصر التي شرحت من قبل فهو يحتاج إلى أربعة الكترونات ليكمل حلقة أو قشرته ، وبدلاً من إطلاقه أربعة أو حوله على أربعة ليصبح ذا شحنة كهربائية ، كما يحدث في أيونات وكاتيونات الأنيونات أو الأملاح ، فإنه أى الكربون يحصل على هذه الالكترونات بالمشاركة مع ذرات أخرى . إذ أنه عندما يوضع في الماء ، فإن معظم مركبات الكربون لا تتفكك إلى أيونات كما يحدث مع الألكتروليتات أو الأملاح كما أنها لا توصل الكهرباء . و لكن للكربون ، الذي له أربعة الكترونات مشاركة أو وصلات ، أن يشارك هذه الالكترونات مع ذرات كربون أخرى وبذلك تكون سلاسل أو حلقات (شكل ٢ - ٢١) . الوصلات الحرة تصبح متصلة بأيديروجين (يد) ، أو أكسجين (أ) ، أو هيدروكسيل (أ يد) ، أو نيتروجين (ن) ، أو فسفور (فو) ، أو أحياناً كبريت (كب) ، أو أيونات وعناصر أخرى المركبات داخل جسم الحيوان والتغيرات التي تحدث فيها تكون غالباً معقدة .

كثير من المواد العضوية تجزأ بعملية التحليل بالماء . عندما يضاف جزيء من الماء يد H_2O أ ينشق المركب A-B إلى جزئين :



الهضم ينكسر الطعام إلى مركبات بسيطة بالتحليل بالماء . وبعملية عكسية تتحد مادتان مع فقدان يد H_2O . وعلى ذلك فإن كثيراً من المركبات الهامة في جسم الحيوان تبنى من مواد بسيطة . وهذه التفاعلات تضبط بمواد تسمى الإنزيمات (فقرة ٢ - ٢٦) .

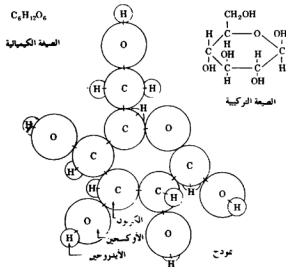
يحتوى اليروثوبلازم أساساً على ثلاثة أنواع من المركبات العضوية : الكربوهيدرات ، الليبيدات ، والبروتينات .



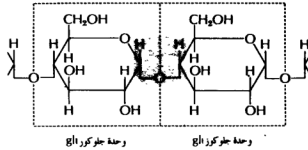
شكل ٢ - ٢١ : سلسلة الكربون ، وحلقة الكربون . والأخيرة هي حلقة البنزين ، ويحتم كتابتها باختصار بدون ذرات الكربون والوصلات الخارجية (أسفل الشكل)

٢ - ٢٣ الكربوهيدريات

الكربوهيدريات مركبات تحتوى على كربون ، وأيدروجين ، وأوكسجين. وهذه العناصر تكون موجودة عادة بنسبة ذرة من الكربون ، وذرتين من الأيدروجين وذرة من الأوكسجين (١ : ٢) : (١) . والكربوهيدريات شائعة كمواد غذائية مختزنة في النباتات والحيوانات . وتوجد في النباتات كسليلوز في جدر الخلايا ونشأ البروتوبلازم ، وتوجد في الحيوانات كجليكوجين (نشأ حيوانى) في الكبد . وأبسط الكربوهيدريات هي التي تعرف « بالسكريات البسيطة » . وهذه تضم الجلوكوز (سكر العنب) والفركتوز (سكر الفواكه) (شكل ٢ - ٢٢) . السليلوز والنشا والجليكوجين هي سلاسل من جزيئات الجلوكوز متصلة ببعضها وذلك بفقدان الماء ، وهي عملية عكس التحليل بالماء (شكل ٢ - ٢٣) . يختلف السليلوز والنشا والجليكوجين أساسا في شكل الجزيء ثلاثي الأبعاد . ويمكن أن يحتوى جزيء كل منها على مئات من جزيئات الجلوكوز ولكي يستفيد الحيوان من النشا أو الجليكوجين لا بد من تكسيرها إلى مكوناتها من جزيئات الجلوكوز . ولا يمكن للحيوانات أن تمتص جزيئات النشا أو الجليكوجين داخل أجسامهم عن طريق القناة الهضمية . يتم تكسير النشا والجليكوجين في القناة الهضمية بواسطة التحليل بالماء وذلك بفعل الأنزيمات . وحينذاك تمتص جزيئات الجلوكوز ويمكن أن تتحد مرة ثانية في جزيئات كبيرة من الجليكوجين لتخزن كي تستخدم فيما بعد كمصدر للطاقة . يخزن الجليكوجين في أنسجة الحيوان (أساسا في الكبد) ويستخدم للطاقة . ولكي ينقل في الدم ، يتحول الجليكوجين إلى جلوكوز (أشكال ٢ - ٢٢ ، ٢ - ٢٣ ، ٤ - ٨ ، فقرة ٤ - ١٠) . اللاكتوز ، أو سكر اللبن ، هو كربوهيدراتي يوجد في اللبن الذي تفرزه كل الثدييات لتغذية صغارها .



شكل ٢ - ٢٢ : ثلاث طرق لتصوير جزيء الجلوكوز. الصيغة الكيميائية ، وصف مختصر . الصيغة التركيبية ، الأماكن النسبية للذرات والوصلات بينهما. نموذج تركيبي يوضح العلاقات المكانية .

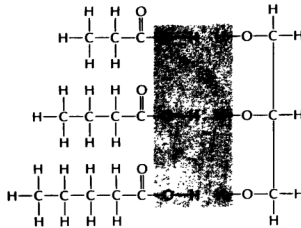


شكل ٢ - ٢٢ : جزء من جزيء الجلايكوجين الذي يمكن أن يصل إلى ٢٠ وحدة أو أكثر طولاً . بفعل الإنزيم يضاف جزيء من الماء عند كل وصلة فتفتح جزيئات الجلوكوز المفصلة .

٢ - ٢٤ الليبيدات

المواد الدهنية وما شابهها ، والتي تحتوى على كربون وأيدروجين ، ونسبة من الأوكسجين أقل من الموجودة في الكربوهيدرات ، تسمى الليبيدات . جميعها شحمية وتذوب في السوائل العضوية مثل الأثير ، والكحول وفورم ، والبنزين ، ولكنها نادراً ما تذوب في الماء . بعضها يكون في حالة سائلة عند درجة الحرارة العادية مثل زيت كبد البكلاه وزيت الحوت ، وهناك دهنيات صلبة مثل الزبد ، ودهن الخنزير ، والشحم الأبيض ، وقليل منها شمعى مثل الشحم الذى يوجد في أذن الإنسان والذي ينتجه النحل . والدهنيات الحقيقية ، سواء كانت سائلة أو صلبة ، هى إتحاد للجليسرول (جليسرين) وثلاثة من الأحماض الدهنية (شكل ٢ - ٢٤) مثل حامض الأوليك (ك ١٨ يد ٣٤ أ) الموجود في زيت الزيتون . يمكن أن تكسر الدهنيات إلى جزيئات صغيرة وبسيطة القلويات (القواعد) مثل أيدروكسيد الصوديوم أو أيدروكسيد البوتاسيوم . نواتج هذا التفاعل هى الجليسرول والصابون . الصابون هو في الحقيقة نوع من الأملاح ينتج عن التفاعل بين حامض دهني وقاعدة . وحيث أنه ملح فإنه يذوب في الماء . ويمكن أن تحتوى الليبيدات المركبة على النيتروجين ، ومع أو بدون فوسفور ، بالإضافة إلى الكربون والأيدروجين والأوكسجين ، ومثال ذلك الليسيثين الموجود بكثرة في مخ البيض .

الستيرولات هى ليبيدات معقدة تشبه الشمع ، فيها ذرات عديدة من الكربون والأيدروجين ، وعلى الأقل شق واحد من الهيدروكسيل . ومن أمثلة هذه المجموعة يوجد الكولسترول ، وفيتامين د ، وبعض الهرمونات الجنسية ، وبعض المواد التى تسبب السرطان . وتعتبر الليبيدات المركبة والستيرولات مكونات ضرورية للبروتوبلازم . كثير من الدهنيات يحصل عليها في الطعام سواء كان من أصل نباتي أو أصل حيواني وتتحول إما للإستخدام المباشر أو تخزن في جسم الحيوان . وهى تؤكسد بسرعة في البروتوبلازم منتجة الطاقة التى تتحول إلى حرارة .



شكل ٢ - ٢٤ : تركيب الدهون . الجزء المظلل يوضح الثلاثة جزيئات من الماء التي تفقد عند اتحاد ٣ أحماض دهنية مع الجليسرول .

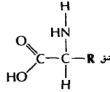
٢ - ٢٥ البروتينات

البروتينات هي المركبات العضوية التي توجد بوفرة في البروتوبلازم الحيواني . بجانب الكربون ، والألدوجين والأوكسجين والنيتروجين ، فإنها تحتوي على كميات صغيرة من الكبريت ، وأحيانا الفوسفور ، وبصفة مؤقتة الحديد ، واليود ، وعناصر أخرى . وجزيئات البروتين معقدة وضخمة نسبيا ، وزنها الجزيئي من ٣٥٠٠٠ (جيلاتين) إلى ٥٠٠٠٠٠ (هيمو سيانين) أو أكثر . والبروتينات أنواع غير محدودة ، فالبروتينات التي توجد في كل نوع من الأنسجة وفي كل نوع من الكائنات تختلف إلى حد ما عن الآخرين . تُبنى جزيئات البروتين وتهدم بصفة مستمرة في الخلايا الحيوانية ويحاول البيوكيميائيون حتى الآن تخليق هذه الجزيئات الكبيرة في المعامل ، ولكن البروتينات الصغيرة أمكن تحضيرها .

تسمى وحدات التركيب الأساسية أو لبنات البناء في البروتينات بالأحماض الأمينية . للحامض الأميني مجموعة أمينية (ن يد) ، ومجموعة حامض عضوي (ك أيد) متصلة بذرة الكربون الأخيرة (شكل ٢ - ٢٥) . بقية الحامض الأميني تختلف باختلاف الحامض نفسه ويمكن الرمز لها بحرف R (شكل ٢ - ٢٥) .

وفي أبسط الأحماض الأمينية تكون ر هي ذرة إيدروجين ، وفي الأنواع الأخرى تكون ر عبارة عن سلاسل ذات حلقات من الكربون يمكن أن تتصل بها عناصر أخرى (شكل ٢ - ٢٦) .

في معظم الحيوانات تتركب بروتينات الجسم من ٢٣ حامض أميني فقط ، تتحد مع بعضها في تابع مختلف . تتحدد الأحماض الأمينية مع بعضها بإزالة جزيء من الماء لتكون ما يعرف بالوصلة



شكل ٢ - ٢٥ : الصيغة البنائية الأساسية للحامض الأميني

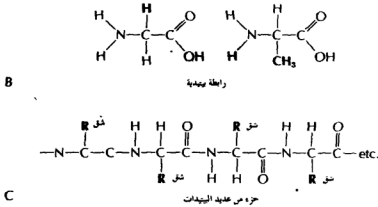
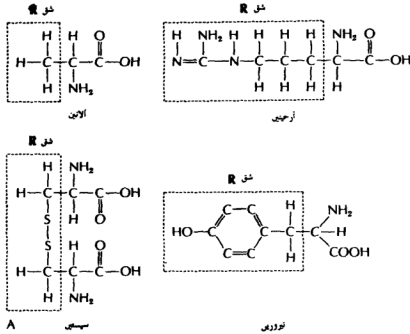
الببتيدية . في هذه الوصلة تنفصل الهيدروكسيل أيد من مجموعة الحامض العضوي لأحد الأحماض الأمينية وتتحد مع ذرة أيديروجين من المجموعة الأمينية للحامض الأميني الآخر مكونة الماء (أيد⁺ + يد⁻ ٢٤ أ) ، وبذلك يتصل الحامضان الأمينيان مع بعضهما (شكل ٢ - ٢٦) . وتسمى السلاسل الطويلة من الأحماض الأمينية المتصلة بهذه الطريقة بعديدة الببتيدات . تتكون البروتينات من سلاسل عديدة الببتيدات إما بمفردها أو متحدة بمجزيئات أخرى يكون للسلاسل فيها تنظيم محدد في مجال ثلاثي الأبعاد .

معظم الحيوانات تكون ١٥ حامض أميني ولكنها يجب أن تحصل على الثمانية أحماض الضرورية الأخرى من النباتات . البروتينات « البسيطة » تتكون كلية من سلاسل من الأحماض الأمينية ، وكأمثلة على ذلك البروتينات القابلة للذوبان في مصـل الدم ، وزلال اللبن ، وبياض البيض ، والبروتينات غير القابلة للذوبان والتي تعرف بالكيراتينات التي تكون الجليـد والشعر والأظافر . البروتينات « المقترنة » هي البروتينات التي تحتوى على شق أو مركبات عضوية بجانب الأحماض الأمينية ، الهيموجلوبين الموجود في خلايا الدم الحمراء ، والبروتينات النووية التي توجد في أنوية الخلايا هي أمثلة للبروتينات التي لها هذه المجموعات المضافة أو الفعالة .

٢ - ٢٦ الإنزيمات

تم تفاعلات كثيرة بين مواد كيميائية في الجسم الحي بسرعة متناهية ، ولكن نفس هذه المواد ، عندما تبعد عن الجسم تتفاعل ببطء ، ينتج الاختلاف عن وجود وسائط عضوية في الخلايا والأنسجة الحيوانية ، تعرف بالإنزيمات ، وكل أنزيم مسئول عن تفاعل خاص (شكل ٢ - ٢٧) . الوسيط هو مادة تسرع بالتفاعل بدون أن يعترها تغير دائم ، أو تستهلك . وتحول كمية ضئيلة من الأنزيم كميات كبيرة من المادة ، فعندما يكون أنزيم البيسين نقياً فإنه يهضم قدر وزنه ٥٠٠٠٠ مرة من بياض السلوق في ساعتين .

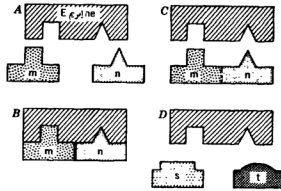
تسمى معظم الإنزيمات باضافة النهاية - أ ز إلى ١ سم المادة أو الأساس الذي يعمل عليه أو إلى التفاعل الذي يم . وعليه فإن الإنزيم الذى يفصل اللاكتوز أو سكر اللبن إلى سكرين بسيطين يسمى لاکتاز ، وبالمثل فإن الديهيدروجيناز (نازع الأيدروجين) ينزع الأيدروجين من المركبات .



شكل ٢٦ - ٢ : الأحماض الأمينية . والسلاسل البيبتيدية (أ) أربعة أحماض أمينية المتصلة بآخر ذرة كربون (ن يد ٢ ، ك أأ يد) هي نفسها في الأربعة أحماض ، ولكن الشق يختلف (ب) حامضان أمينيان متصلان بوسلة بيبتيدية بإزالة الماء المظلل (ايد + يد) ومكونات الشق هي يد ، ك يد٣ . (ج) جزء من وصلات عديدة البيبتيدات . يختلف الشق باختلاف الأحماض الأمينية الموجودة . الوصلات الموجودة عند النهايات والمتصلة بالمواد الأخرى غير موضحة .

يعتمد الهضم ، والتنفس ، والإفراز ، والإخراج ، والعمليات الحيوية الأخرى على الإنزيمات . يعتقد بعض العلماء أنه يوجد بالخلية الحيوانية الواحدة ألف نوع من الإنزيمات . الإنزيمات ، بصفة عامة ، نوعية ، كل يعمل على مادة أساسية واحدة ، ولكن بعضها يمكنه العمل على مواد مختلفة لها

تركيب متقارب (فصل ٤) . تحدث إنزيمات كثيرة التحليل بالماء ، نتيجة لعمل الانزيم يضاف جزيء من الماء إلى جزيء المادة التي يعمل عليها الإنزيم وباتحادهم ينفصل جزيء المادة إلى جزيئين . بعض الانزيمات تكسر المواد بطريقة أخرى . أثناء الهضم ، على سبيل المثال ، تحترق الكربوهيدرات في النهاية إلى سكريات بسيطة ، والدهون إلى أحماض دهنية وجلسرول ، والبروتينات إلى أحماض أمينية . معظم تفاعلات الانزيم منعكسة ، تحت ظروف معينة تنفصل المادة إلى مادتين ، وتحت ظروف أخرى تتحد المادتان مكونتين المادة الأصلية .



شكل ٢ - ٢٧ : رسم تخطيطي مبسط لنظرية « القفل والمفتاح » (لإميل فيشر) للتفاعل بين الإنزيم والمادة الأساسية . (أ جـ) مادتان أساسيتان (م ، ن) يوافقان معا ومع الإنزيم ويتحدان (كما في حالة التحليل بالماء) ثم ينفصلان كوحدة جزيئية ثم يتجهما مركبان آخران م ، ن في نفس الطريق . ويعقب المركب م ن مركبات غير موافقة (ط ، ر) لا يمكن أن تتحد بواسطة أنزيم من النوع المبين

الإنزيمات مواد بروتينية . تفقد كثير من الإنزيمات قدرتها الوسيطة إذا سخنت إلى ٤٠°م أو ٥٥°م ، وهذا يمكن أن يكون أحد الأسباب في موت كثير من الحيوانات عند هذه الدرجة . كل نوع من الإنزيمات تصل فاعليته إلى أقصى مداها عند درجة حرارة معينة ورقم أيديوجيني PH محدد ، وعلى سبيل المثال فأحسن رقم أيديوجيني يعمل فيه الببسين هو ١,٥ (حامض ، في المعدة) ولكنه يكون في التريسين ٧-٨,٦ (قلوى ضعيف ، في الأمعاء) . أمكن بلورة من ٢٠ - ٣٠ نوعا من الإنزيمات ، ولكن تخليق أى إنزيم غير ممكن . تكون الإنزيمات في الخلايا في صورة حاملة تسمى زيموجين حيث تحتاج إلى مادة أخرى هي المنشط لتصبح فعالة. يفرز التريسينوجين الحامل في البنكرياس ثم يصبح الانزيم البريتوليتي النشط ، تريسين بعد أن يمر خلال قناة البنكرياس إلى الأمعاء الدقيقة حيث ينشط بواسطة الأنثروكيناز الذي تفرزه خلايا جدران الأمعاء . ولا بد لبعض الإنزيمات الأخرى من تواجد مادة ثانية هي الكوانزيم (مرافق الإنزيم) حتى تصبح فعالة . وتشارك فيتامينات عديدة (ب ١ ، ب ٢ ، ب ٦ ، جدول ٤ - ١) في مجموعات إنزيمية معينة .

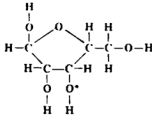
٢ - ٢٧ الأحماض النووية

الأحماض النووية هي جزيئات عضوية معقدة لها أدوار أساسية في الأيض الخلوي والوراثة . وقد تُعرف عليها في عام ١٨٧٠ في منى السالمون . ولكن بنائها الكيميائي المفصل وأهميتها البيولوجية الأساسية لم تدرس إلا حديثا . توجد منها طائفتان ، حامض ريبيونيكليك (RNA) الموجود في كل من نواة وسيتوبلازم الخلية (فقرة ٢ - ٣) ، وحامض الديوكسي ريبيونيكليك (DNA) الموجودة أساسا في الأنوية .

تحتوي الأحماض النووية على ثلاثة أنواع من الجزيئات : سكر خماسي الكربون ، ديأوكس ريبوز أو ريبوز ، وقواعد عضوية نيتروجينية ، البورينات والبيريميدينات (مركبات حلقة يحل النيتروجين فيها محل ذرة أو أكثر من الكربون) ، وفوسفات (شكل ٢ - ٢٨) . وتتحده هذه الأجزاء كالتالى : سكر + قاعدة + فوسفات = نيوكليوتيد ، ثم تتصل كثير من النيوكليوتيدات عن طريق سكر أحدهما مع فوسفات الأخرى مكونة الحامض النووي ، الحامض النووي + بروتين = نيوكليوبروتين في DNA تكون قواعد الأدينين (A) والجوانين (G) ، وقواعد البيريميدين هي سيتوزين (C) والثايمين (T) . في RNA يستبدل الثايمين باليوراسيل (U) والسكر بالريبوز . وقد عرف أن جزء DNA يتكون من سلسلتين عن الأحماض النووية منتظمة في لولب أو حلزون مزدوج وملئ . وتلتف السلسلتان بحيث يتصل دائما أدينين أحدهما مع ثايمين الأخرى (RNA يتحد الأدينين مع اليوراسيل) وجوانين أحدها مع سيتوزين الأخرى . يشبه الجزء الضخم للحامض النووي الفناء الحلزوني الذى يدور فيه السلم ، السياج (دربزين) من جزيئات السكر وجزيئات الفوسفات المتبادلين والأدراج من القواعد النيتروجينية بين جزيئات السكر . كل زوج من القواعد المتقابلة تلتحم مركزيا بوصلات أيدروجينية (شكل ٢ - ٢٩) .

DNA في كروموزومات الخلية هو المادة الوراثية التى تتحكم في الوراثة (فقرة ١١ - ١٩) وهو قادر على إكثار نفسه (مضاعفة الكروموزومات) ، في هذه المضاعفة يبدو أن جدائل DNA تُنك طياتها وتنفصل لأن قواعد الجديلة لا تزوج إلا مع قواعد أخرى معينة (A مع G ، T مع C لكل جديلة مفردة القدرة على إنتاج جديلة مزدوجة مطابقة تماما للجديلة المنفصلة .

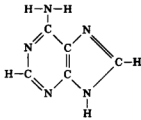
طبقا للنظريات المتعاقبة والمبنية على الأبحاث الهامة ، فإن الوظيفة الأساسية للأحماض النووية هي ضبط تفاصيل تخليق البروتينات ويقوم DNA بهذا العمل بطريقة غير مباشرة عن طريقة RNA عند تكوين RNA يستخدم DNA كطبعة ، تأخذ كل قاعدة مقابلها المناسب ليتم الأزواج (A تتصل مع U، C مع G، U مع A، G مع C) وتصبح النهايات الحرة للقواعد متصلة في تتابع جديد هو ريبوز - فوسفات - اغ تتفصل الجديلة المفردة المنتجة من RNA عن طبعة DNA في النواة وتغمر إلى السيتوبلازم . توجد ثلاثة أشكال من RNA (RNA المبعوث ، RNA الناقل (المحول) ، RNA الريبوزومي) . وهى تختلف اختلافا بسيطا فيما بينها ، ولكن يحتمل أن تكون طريقة إنتاجها واحدة .



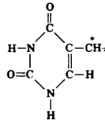
ريبوز (غير موجود في الديوكسيريوز)



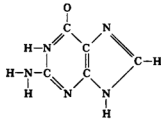
حامض الفوسفوريك



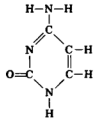
أدينين



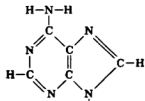
تيمين (د فقط في اليوراسيل)



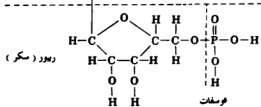
جوانين (اليورينات)



سيتوزين (اليوريدينات)



أدينين (قاعدة نيتروجينية)

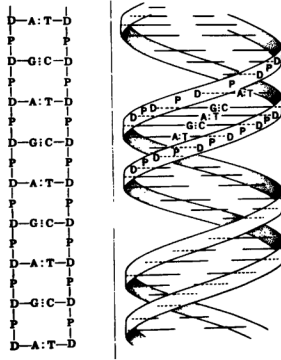


ريبوز (سكر)

فوسفات

حامض الأدينيليك ، نيوكليوتيد

شكل ٢ - ٢٨ : مكونات الأحماض النووية



شكل ٢ - ٢٩ : إلى اليسار رسم تخطيطي لجزء من DNA ثنائي السلسلة . D سكر دهاوكسي ريبوز ، P ، حامض الفوسفوريك ، A ، أدينين ، G ، جوانين ، C ، سيتوزين ، T ، ثايمين في RNA يحمل R R (الريبوز) محل الديهاوكسي ريبوز وثايمين باليوراسيل U . النقط (:) هي وصلات البروجينية بين القواعد البتروجينية إلى الجين . جزء من الحلزون اللولب (تخطيطيا) الحقيقة أن المكونات تكون مندرجة

ومن خلال التفاعلات المعقدة للأنواع الثلاثة من RNA ، تبنى البروتينات على الريبوزمات في سيتوبلازم الخلية من مكوناتها وهي الأحماض الأمينية . أثناء تخليق هذه البروتينات يكون تتابع القواعد في جزيئات RNA هو الوسيلة المحتملة في تصنيف الأحماض الأمينية . لتفنين كل من الأحماض الأمينية العشرين الموجودة في البروتينات يفترض ضرورة وحدة تتابع من ثلاثة قواعد على الأقل .

يختلف البنيان الكيميائي للأحماض النووية اختلافا كبيرا تبعا لتنسيق مكوناتها. أنواع عديدة من DNA, RNA أصبحت معروفة الآن . وهناك من الأسباب ما يدعو إلى الاعتقاد بأن كل نوع من البروتوبلازم له أحماضه النووية الخاصة .

كروماتين أنوية الخلية غنى بهذه الأحماض (فقرة ٢ - ٣) ، مما يمكن من صبغ الكروماتين بأصباغ قاعدية . الأحماض النووية أيضاً هي المكونات الأساسية للفيروسات . توجد في الحيوانات مجموعة من الإنزيمات الهاضمة المتتالية لتختزل الأحماض النووية إلى مشتقاتها حتى يمكن الامتصاص الإزالة .

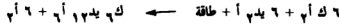
يحتوى البروتوبلازم على مواد عضوية إضافية ، بعضها مجهول التركيب ، وهى إما أن توجه أنشطة الخلايا والأنسجة أو تنظم أو تنسق أنشطة الحيوان كلها . وهذه المواد المنظمة تضم الإنزيمات (فقرة ٢ - ٢٦) ، والفيتامينات (فقرة ٤ - ١٢) ، الأصباغ التنفسية (فقرة ٦ - ٨) ، والمهرمونات (فصل ٨) .

الأيض الخلوى

كل العمليات الحيوية تتطلب أمدادات من المواد الكيميائية والطاقة . ولأن جميع العمليات المتعلقة ببناء وتكسير المواد تحدث داخل الخلايا الحية للنباتات والحيوانات ، فإن هذا الموضوع يطلق عليه الأيض الخلوى . خلال عشرات السنين الأخرى بينت الدراسات التى قام بها عدد متزايد من البيوكيميائيين والفسيولوجيين كثيرا من التفاصيل المثيرة . وحيث أن الجزئيات وتفاعلاتها لا ترى فإن كل الدلائل غير مباشرة وتبنى على الاختبارات الفيزيكية والكيميائية المقعدة . وهناك براهين معقولة لبعض الأجزاء ولكن بعضها مازال نظريا . وستلمة هذه الفقرة بالمظاهر السببلة فقط لأيض الخلية .

٢ - ٢٨ الأيض والطاقة

يعتمد العالم الحى كله على مجموعة من التفاعلات المنعكسة تلخص فى :



ثانى أكسيد الكربون ماء جلوكوز أوكسجين

تستمد الطاقة من ضوء الشمس . فى النباتات يتحد ثانى أوكسيد الكربون والماء باستخدام طاقة الأشعاع الشمسى وبواسطة فعالية الكلوروفيل فى عملية البناء (التمثيل) الضوئى ، لينتج موادا عضوية (جلوكوز ومركبات أخرى) وأوكسجين . توجد وصلات كيميائية معينة فى الجزئيات العضوية تمثل طاقة مختزنة أو طاقة الكمون التى تنطلق إذا سارت المعادلة فى الاتجاه من اليمين إلى اليسار . ويستخدم البعض من هذه الطاقة المختزنة بواسطة النبات نفسه فى بناء مكونات ضرورية خاصة أخرى . الطاقة التى تحتاجها الحيوانات تحصل عليها إما مباشرة بالتغذية على النباتات أو بطريقة غير مباشرة وذلك بالتغذية على حيوانات أخرى تغذى على النبات . تستخدم الحيوانات أوكسجين التنفس فى تكسير المركبات العضوية ، للحصول على الطاقة المختزنة فى هذه المركبات . فى هذه العملية ينتج ثانى أوكسيد الكربون والماء كنواتج جانبية . وحقيقة أن العمليات فى النباتات والحيوانات معقدة ، وتدخل فيها مركبات وسيطة أخرى ، وكل التفاعلات سريعة وتضبطها الإنزيمات .

عمليات بناء المركبات العضوية فى الكائنات يطلق عليها تفاعلات آخذة للطاقة لأنها تتطلب طاقة من مصدر خارجى بعيدا عن المواد المتفاعلة ، كذلك التى يبيؤها الضوء فى عملية البناء الضوئى . كل العمليات الحيوية الأخرى تسمى طاردة للطاقة لأنها تحرر الطاقة من مصادر كافية فى الوقود

الفسيولوجى. النمو ، والصيانة والإصلاح ، وأنقباض العضلات ، والإفراز ، إلخ كلها طاردة للطاقة .
الأكسيدات الفسيولوجية هى أهم التفاعلات الطاردة للحرارة . مثل هذه الأكسيدات هى قاعدة الحياة ، ويحدث الموت عندما تتوقف .

٢ - ٢٩ الأكسدة والأختزال

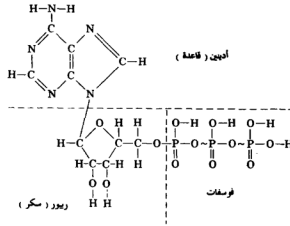
فى الأحتراق البسيط أو أحتراق الفحم ، أو الدهن ، أو السكر فى وجود الأوكسجين ، ينتج ثانى أكسيد الكربون والماء وطاقة فى صورة حرارة - ولكن التفاعل يحتاج إلى درجة حرارة مرتفعة . وعلى العكس فإن الأكسدة الفسيولوجية للمادة فى أى حيوان تتم عند درجة حرارة معتدلة (٣٧°م أو أقل) . والمنتجات الجانبية مرة ثانية هى ثانى أكسيد الكربون والماء ، ولكن نسبياً جزء قليل من الطاقة يصبح حرارة الجزء الأكبر يستخدم فى العمليات الحيوية . وذلك لأنه توجد سلسلة منظمة من التفاعلات التى تنظمها الإنزيمات ، تنتج خطوة بخطوة طاقة الكمون ، لتحقيق أكبر فائدة من الوقود . الأكسدة هى الاتحاد الكيميائى للأوكسجين مع مادة أخرى ، أو فقدان أو إنتقال الكبرونات إلى مادة أخرى ، ولكنها تتضمن أيضاً تفاعلات مثل إزالة الألدوجين والمادة التى تكسب الألكترونات تعرض للاختزال .

فى الكائنات الحية تتم الأكسيدات التنفسية بواسطة مجموعتين من الإنزيمات نازعة للهيدروجين ، وإنزيمات مؤكسدة . بعض من هذه الأنزيمات يحتوى على فيتامينات كمجموعات إحلالية .

٢ - ٣٠ دور الفوسفور

فى كثير من العمليات الحيوية للنباتات أو الحيوانات يكون الفوسفور (فو) من أهم المقومات فى اتحاد المواد سواء كانت غير عضوية أو عضوية. تحتوى عظام الإنسان على حوالى ٦٠٪ من فوسفات الكالسيوم كـ (٢٠٤) . يخرج الإنسان البالغ العادى من ٣ - ٤ جرامات من حامض الفوسفوريك يوميا ، ويجب تعويض هذه الكميات بواسطة الغذاء . وتؤثر نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور فى غذاء حيوانات الرعى على معدل الفائدة التى تعود منها . وعلى المستوى الخلوى ، فإن التخمر البسيط للسكر بواسطة الخميرة تزداد سرعته بإضافة الفوسفات التى تصبح متحدة عضوياً فى التفاعل . كثير من التفاعلات التى تتدخل فيها الإنزيمات فى الحيوانات تتطلب مركبات الفوسفات فى تخليق مكونات الجسم ، وفى إيجاد الطاقة اللازمة لانقباض العضلات والأنشطة الأخرى . وهناك إنزيمات خاصة تنظم إضافة أو إزالة مجاميع حامض الفوسفوريك .

الأدينوزين ثلاثى الفوسفات (ATP) والأدينوزين ثنائى الفوسفات (ADP) هى جزيئات معقدة تحتوى على وصلات فوسفاتية غنية بالطاقة التى تساهم فى كثير من التفاعلات . يبنى جزيء ATP (شكل ٢ - ٣٠) من القاعدة النيتروجينية الأدينين (كدهيد.ه) ، وسكر (كدهيد.أ) وثلاث مجاميع من الفوسفات (- يد فو ٣١) . أثنان من مجاميع الفوسفات متصلة



شكل ٢ - ٣٠ : أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) الرمز يدل على وصلة غنية بالطاقة فقدان - فوراً يد الحارجية ينتج عنه أدينوزين ثنائي الفوسفات (ADP) ، مع إنتاج كمية كبيرة من الطاقة ، فقدان وحدة الفوسفات الثانية ينتج أدينوزين أحادي الفوسفات (AMP) منتجاً طاقة أكثر .

بوصلات لها كمية كبيرة من الطاقة المخزنة وهذه الوصلات ذات الطاقة المرتفعة يرمز لها بالعلامة ~ وللمجموعة الفوسفات بالرمز (P). تحتوي ADP أيضاً على الأدينين والسكر كـ يد. ١٠ أم ، ولكنها تحتوي على اثنتين من مجموعات الفوسفات فقط ، وواحدة منها فقط تكون متصلة بوصلة ذات الطاقة مرتفعة .

ويمكن التعبير عن العلاقة بين ATP, ADP بالمعادلة المتعكسة :



تنتج الطاقة في الحيوانات عن أكسدة أو « حرق » جزيئات الطعام الممتصة في القناة الهضمية . وتم الأكسدة داخل الخلايا ، ويكون الجلوكوز هو الجزيء الذي يؤكسد غالباً . ومصدر الفوسفور سيناقش فيما بعد. ATP حيوى للحيوانات لمقدرته على اصطيد وتخزين الطاقة التي تنتج عن أكسدة الجزيئات العضوية . بعد ذلك تستطيع الخلية أن تحول ATP ثانية إلى ADP فتننتج الطاقة اللازمة للعديد من العمليات الفسيولوجية . وهذه العمليات تضم الطاقة اللازمة للبدء في أكسدة الجلوكوز والجزيئات الأخرى ، والطاقة اللازمة للجري وأنقسام الخلية ، وإنتاج الإفرازات ، وإنقباض العضلات .

في جسم الحيوان ، تنتج ATP بطريقة من اثنتين ، ستصبح الطريقة سهلة على الفهم إذا استعرض القارئ الشرح التالى عند دراسة الفقرات من ٢ - ٣١ إلى ٢ - ٣٣. في الطريقة الأولى ، والتي تسمى بالأساس المتصل بالفسفرة ، تتكون ATP مباشرة عندما تتفاعل ADP مع جزيء عضوى

يحتوى على مجموعات فوسفات متصلة بوصلة ذات طاقة عالية . تنتقل مجموعة الفوسفات والوصلة ذات الطاقة العالية إلى ADP لتكون ATP .

الطريقة الثانية ، أو غير المباشرة هى : عندما تمر أزواج من أيونات الإيدروجين والإلكترونات التى أزيلت بفعل الإنزيمات (إنزيمات نزع الأيدروجين) من بعض الجزيئات العضوية التى تجري عليها الأكسدة ، إلى نظام خاص من الإنزيمات المتصلة يعرف بنظام النقل الإلكتروني. الإنزيمات فى هذا الجهاز هى مؤكسدات تسمى سيتوكرومات . تحتوى على الحديد وتؤدى عملية الأكسدة بنقل الإلكترونات . بالحصول على إلكترون يختزل الحديد الموجود فى كل سيتوكروم (ح^٢ + إلكترون ← ح^٢ +) . وعندما يعطى الحديد المختزل إلكترون إلى السيتوكروم الذى يليه فى السلسلة ، فإنه هو نفسه يتأكسد ويعود ح^٢ وينقل آخر سيتوكروم فى السلسلة الكترونية إلى الأوكسجين الذى يتحد مع الأيدروجين المنزوع بواسطة نازعات الإيدروجين ليكون الماء . وهذه العملية جميعها تولد الطاقة التى تصاد فى وصلات فوسفاتية ذات طاقة عالية . تتفاعل ADP والفوسفات مع نظام السيتوكروم هذا مكونة ATP ومخزنة الطاقة لا استخدامها فيما بعد بواسطة الحيوان . فى هذه الطريقة الثانية يُحصل على الفوسفات من مركب غير عضوى . فليس غريبا أن تسمى فوسفات غير عضوية ويرمز لها بالرمز Pi

من كل زوج من الإلكترونات تستخدم كليا فى هذا النظام السيتوكرومى ، يمكن أن ينتج ٣ جزيئات ATP بعد أقصى . فى بعض الأحيان ، لاتمر أيونات الإيدروجين المنزوعة من الجزيئات العضوية إلى النظام السيتوكرومى كله ، بل تدخل جزءا من السلسلة . ونتيجة لذلك فإنه يتكون جزيئات ATP فقط أثناء نقل الإلكترونات . ومثل هذه « الدورة القصيرة » تحدث مرة فى دورة كربس (بين حامض السكسينك وحامض القوماريك) وينتج عنها جزيئات من ATP أقل من المتوقع (أنظر فقرة ٢ - ٢٣) .

٢ - ٣١ التنفس الخلوى

الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية فى الكائن يُحصل عليها من الطاقة المخزنة فى الوصلات الكيميائية للمركبات العضوية . داخل الحيوان تطلق الطاقة بتكسير الجزيئات العضوية البسيطة (تحلل) التى تختص فى الجهاز الهضمى .

أهم جزيء يستخدم كمصدر للطاقة هو الجلوكوز . فى الجلوكوز تخزن الطاقة فى وصلات الكربون بالكربون . وعلى ذلك فعملية الحصول على هذه الطاقة تتطلب تكسر هذه الوصلات . وهذا التحلل يتم على مرحلتين . فى الرحلة الأولى ينقسم جزيء الجلوكوز إلى نصفين متساويين كل يحتوى على ٣ ذرات كربون ، وهذه المرحلة لا تحتاج إلى الأوكسجين . ولذلك فهى لاهوائية (بدون أوكسجين) وتسمى تحلل الجلوكوز ، وتحدث فى سيتوبلازم الخلايا . والمرحلة الثانية تسمى دورة كربس ، وهى تكمل التكسير مكونة ثانى أوكسيد الكربون ك أ_٢ والماء يد_٢ أ . وهذه

العملية تحتاج إلى أوكسجين ولذلك فهي هوائية وتحدث في ميتوكوندريا الخلايا . والمرحلتان معا يطلق عليهما التنفس الخلوى . كل التفاعلات الكيميائية الفردية الخاصة بالتنفس الخلوى تضبط بواسطة إنزيم واحد أو أكثر ومعظمها منعكسة .

٢ - ٣٢ تحلل الجلوكوز

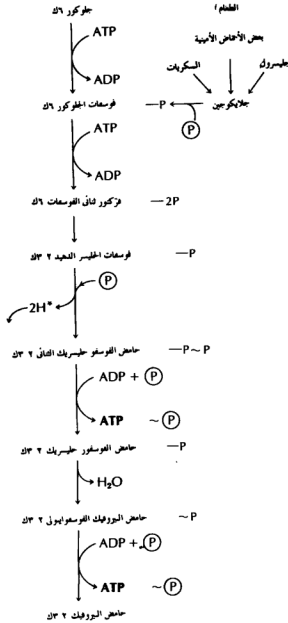
أول خطوة في تحلل الجلوكوز (شكل ٢ - ٣١) هى تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز ثم تنشيط الجلوكوز بإضافة مجموعة فوسفات إليه . هذه العمليات تحدث متزامنة وتتم بفعل الإنزيم . ويحصل على الفوسفات من الفوسفات غير العضوية (يدس فو ٤) . إذا بدأ التفاعل مباشرة بالجلوكوز فإن أول خطوة تكون تنشيطه بفوسفات من ATP . فى عملية الفسفرة للجلوكوز تنقل ATP مجموعتها الفوسفاتية الثالثة إلى جزيء الجلوكوز فيتكون فوسفات الجلوكوز ، بينما تتحول ATP إلى ADP بوصلة متبقية واحدة ذات طاقة عالية . فوسفات الجلوكوز هى الصورة النشطة للجلوكوز .

بعد ذلك تحدث مجموعة من التفاعلات تتضمن إضافة مجموعة فوسفات واحدة أو أكثر من جزيء آخر من ATP ، فينتج فركتوز ثنائى الفوسفات (شكل ٢ - ٣١) الذى ينقسم إلى جزئين كل جزء به ٣ ذرات كربون ومجموعة فوسفات . الجزءان يختلفان قليلا فى التركيب ، ولكن كلامهم يمكن أن يتحول إلى الآخر ، والجزء الأكبر هو فوسفات الجليسرالدهيد . مصير كل نصف مشابه لمصير الآخر وعلى ذلك فسيستبع مصير واحد منهما فقط . وحيث أن الناتج هو جزيئان من الفركتوز ثنائى الفوسفات فإن كل التفاعلات والمنتجات تكون مزدوجة فى بقية العملية .

كل جزيء من فوسفات الجليسرالدهيد يفسفر ثانية بإضافة مجموعة فوسفات أخرى يحصل عليها من حامض الفورسفوريك غير العضوى (يدس فو ٤) ، وليس من ATP . فى نفس الوقت يتأكسد الجليسرالدهيد بنزع أيونين من الأيدروجين . يحتوى الجزيء الناتج من حامض فوسفوجليسرليك الثنائى على مجموعتين من الفوسفات ، أحدهما لها وصلة ذات طاقة عالية (P~) .

الخطوات المتبقية التى تؤدى إلى تكوين حامض البيروفيك تتضمن (١) تحول وصلة فوسفات واحدة عالية الطاقة من حامض الفوسفوجليسرليك إلى جزيء من ADP لتكون ATP ، (٢) إعادة الترتيب الداخلى للجزيء ليحول مجموعة الفوسفات المتبقية إلى وصلة عالية الطاقة ، و(٣) تحويل هذه الوصلة الأخيرة إلى ADP لتكون ATP و الجزيء الناتج هو حامض البيروفيك . نفس التابع يحدث فى العضلة فيما عدا تحول (اختزال) حامض البيروفيك إلى حامض اللاكتيك بإضافة الأيدروجين .

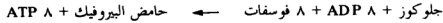
بتكوين حامض البيروفيك أو حامض اللاكتيك ، تكون المرحلة الأولى لتتابع إنتاج الطاقة (تحلل الجلوكوز) قد تمت . وهى عملية لا هوائية ، ولا تحتاج لوجود الأوكسجين . يتم تكسير حامض البيروفيك وحامض اللاكتيك بعد ذلك هوائيا .



شكل ٣١ - ٢ : تحليل الجلوكوز يبدأ بالجلوكوز أو مخزون الجلايكوجين ، تمضي طريقة تحليل الجلوكوز منتجة سلسلة من المركبات الوسيطة تنتهي بحامض البيروفيك. عدد ذرات الكربون (ك) في كل مركب معينة . نقاط إنتاج الطاقة المباشر مميزة بالرمز (P) ~ المركبات الناتجة معينة في (ATP) إنشقاق الفركتوز ثنائي الفوسفات ينتج جزئين من فوسفات الجليسر الدهيد . وبذلك تزدوج كل المنتجات التالية ، تذهب ذرتان من الأيدروجين 2H إلى النظام السيوكرومي في شكل ٣٢ - ٢ .

ونتيجة للأحداث السابقة ، فإن بعض الطاقة الموجودة أصلاً في جزيء الجلوكوز قد أصبحت جاهزة للاستخدام ، ومخزنة في الوصلات عالية الطاقة من ATP . يحتاج لطاقة في صورة جزيئين من ATP لبداية التتابع عندما يكون الجلوكوز هو المصدر . وفي عملية تحلل الجلوكوز ينتج ٤ جزيئات من ATP (٢ من كل جزيء من فوسفات الجليسرالدهيد) وعلى ذلك فإن الناتج من كل جزيء من الجلوكوز هو جزيئان من ATP . وهذه هي كمية الطاقة التي يتحصل عليها في غياب الأوكسجين .

عادة تكون المرحلة السابقة غير منفصلة عن المرحلة التالية ، والتي تتطلب أوكسجين . فزيادة في الطاقة مقدارها ٦ جزيئات من ATP يمكن أن يتحصل عليها في الظروف الهوائية . عند تحول فوسفات الجليسرالدهيد إلى حامض الفوسفو جليسيريك الثنائي تنزع أو تزال ذرتان من الأيدروجين والكترونان . وهما ينقلان إلى النظام السيتركرومى . وعند نهاية هذا النظام تتحد ذرتا الأيدروجين مع الأوكسجين مكونة الماء . وعملية التحول تكون مصاحبة بعمليات من الإختزال والأكسدة لمركب الحديد الموجود في السيتركرومات وبذلك يحصل على طاقة أكثر في صورة جزيئات من ATP ، حيث تكون ثلاثة جزيئات من ATP من كل ذرة أيدروجين تتحول إلى ماء . ومن ثم ، فإنه بالإضافة إلى جزيئين من ATP نتجاً لاهوائياً ، تم الحصول على ٦ جزيئات ، ٣ من كل جزيء من فوسفات الجليسرالدهيد . ويمكن حساب ناتج عملية تحلل الجلوكوز كالآتي :

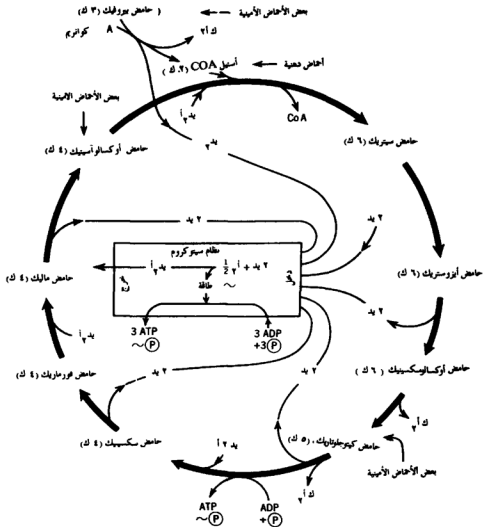


٢ - ٣٣ دورة كريس

جزء من الطاقة فقط في كل جزيء جلوكوز هو الذى يصبح متاحاً خلال عملية تحلل الجلوكوز . كمية أكثر من الطاقة تنتج عن الأكسدة الكلية لحامض البيروفيك إلى ك^٢أ + يد^٢أ . وهى تحتاج للأوكسجين . وهذه المجموعة من التفاعلات التى تنظمها الإنزيمات تسمى دورة حامض الستريك أو دورة كريس (شكل ٢ - ٣٢) .

الخطوة الأولى أو الوسطى في أكسدة حامض البيروفيك هى إزالة ك^٢أ وتنشيط وحدى الكربون المتبقيتين من خلال اتحادهما مع كوانتريم A ، وهو جزيء عضوى . ويسمى المركب الناتج بأستيل كوانتريم A (acetyl CoA) . أثناء العملية تنزع ذرتان من الأيدروجين وتتحدان بواسطة نظام السيتركروم بالأوكسجين فيتكون جزيء واحد من الماء (جدول ٢ - ١) .

بعد ذلك يكثف أستيل CoA مع حامض الأوكسالوستيك ، فيتحرر كوانتريم A ، ويتكون جزيء من حامض الستريك ، ويجرى على هذا الحامض تغيرات ينتج عنها أحماض عضوية متتالية (شكل ٢ - ٣١) . وخلال هذه العملية ينتج جزيئات من ك^٢أ وينزع أربعة أزواج من ذرات الأيدروجين بواسطة نظام السيتركروم مولداً ١١ جزيئاً من ATP ويتكون جزيء إضافي يسبق مباشرة تكون حامض السكسينيك ، وهو أحد الأحماض العضوية التى تتكون . (تنتج الأربعة



شكل ٢ - ٣٢ : دورة كريس . يتأكسد حامض البيروفيك (الناتج عن تحلل الجلوكوز ، شكل ٢ - ٣١) إلى ثاني أكسيد الكربون ك أط وماء يد أ منتجا الطاقة . يحصل على معظم الطاقة بمرور ذرات الأيدروجين خلال النظام السيتو كرومي لتحد مع الأوكسجين مكونة الماء . من ذرتين من الأيدروجين متحولتين تولد ٣ جزئيات من ATP لكل جزيء وصلة ذات طاقة عالية (* ٢ يد من تحلل الجلوكوز) . نقاط إنتاج الطاقة يرمز لها بالرمز ~ ، اصطيد هذه الطاقة في ATP يرمز لها بالرمز @ - . عدد ذرات الكربون (ك) في كل مركب واضح الأماكن التي يمكن منها دخول الأحماض الدهنية والأحماض الأمينية للدورة مبنية .

أزواج من ذرات الإيدروجين ١١ جزئيا من ATP بدلا من ١٢ وذلك في حالة واحدة يتنصر النظام السيتو كرومي ، وينتج جزيئان فقط من زوج من ذرات الأيدروجين كما أشير إليه في فقرة ٢ - ٣٠ . والخطوة الأخيرة في دورة كريس ينتج عنها حامض الأوكسالواسيتيك وهو قادر على أن يتحد

مع أستيل COA ويبدأ من جديد .

يتأكسد حامض البيروفيك تماماً إلى ك⁴⁺ و يذ²⁺أ. يتولد عن دورة خمسة جزيئات من الماء (في النظام السيتركرومي) وثلاثة من ثنائي أوكسيد الكربون . تستخدم ثلاثة جزيئات من الماء في الدورة وبذلك يكون الناتج الصافي هو جزيئان فقط . ينتج من كل جزيء من حامض البيروفيك ١٥ جزيئاً من ATP ، يعطى جزيء الجلوكوكوز جزيئين من حامض البيروفيك ، وعلى ذلك فإن جزيء الجلوكوكوز يكون ٣٠ جزيئاً من ATP

يمكن تلخيص دورة كريس في الآتي :

٢ حامض البيروفيك + ١٠ أوكسجين + ٣٠ ADP + ٣٠ فوسفات → ٦ ك⁺ + ٤ يدهأ + ٣٠ ATP ومن ثم فإن جزيء الجلوكوز يمكن أن ينتج في النهاية ٣٨ جزيئا من ATP (جدول ٢ - ١).

تقع أهمية هذه المجموع المعقدة من التفاعلات في أن الطاقة المنتجة تخزن في وصلات من ATP عالية الطاقة . ثم تستخدم في كل العمليات الحياتية للخلية التي تحتاج للطاقة. الاحتراق التام لوزن جزيئى واحد (١٨٠ جرام) من الجلوكوز ينتج ٦٩٠٠٠٠ سعرا من الطاقة . وزن جزيئى واحد من ATP يخزن حوالى ١٠٠٠٠ سعرا . وحيث أن ٣٨ وزنا جزيئيا من ATP تتكون في التنفس الخلوى من وزن جزيئى واحد من الجلوكوز ، فإنه يخزن ٣٨٠٠٠٠ سعرا ، والباقى يفقد كحرارة (جدول ٢ - ١) . ومن ثم فإن كفاية التفاعل تكون ٥٥ ٪ ، وهى أعلى بكثير من كفاية أى ماكينة مصنعة .

٢ - ٣٤ أكسدة الدهون والأحماض الأمينية

جزيئات الجلوكوز والجليكوجين (مخزون الجلوكوز) هي التي تستخدم غالبا لإنتاج الطاقة . ولكن يمكن الحصول على الطاقة اللازمة للعمليات الحياتية بتكسير جزيئات أخرى معينة ممتصة من القناة الهضمية وهي بالتحديد الأحماض الدهنية ، والجليسرول ، والأحماض الأمينية . تكسر الأحماض الدهنية بمجموعة من التفاعلات الأنزيمية إلى أستيل COA التي تدخل دورة كريبس على هذه الصورة (شكل ٢ - ٣٢) . يتحول الجليسرول إلى أحد المركبات الوسيطة الموجودة في عملية تحلل الجلوكوز ، وبذلك يتحول إلى حامض البيروفيك الذي يدخل دورة كريبس . عندما تتحلل الأحماض الأمينية لإنتاج الطاقة ، فإنها قبل كل شيء يزال منها مجموعة الأمين (ن يد) ، ثم يتحول الحامض الكيتوني الناتج إلى أحد المركبات الوسيطة التي تظهر أثناء عملية أكسدة الجلوكوز . ويتوقف نوع المركب الوسيط الذي يتكون على نوع الحامض الأميني الذي يتأكسد (شكل ٢ - ٣٣) .

جدول ٢ - ١ ملخص للتنفس الخلوى

الطمايل	إنتاج ATP	
	عن طريق النظام السيتوكرومى	عن طريق إزاحة H^+ من المركبات العضوية
	المولدة ATP عدد أرواج يد ⁺	
التنفسات الرئيسية للعضلات الخلوى		
تحلل الجلوكوز (لاهوائى ، السيو بلازم)		
$2ADP + 2P_i \rightarrow 2ATP + 4H^{++}$ حامض البوروليك 2 + جلوكوز	2ATP	
الوسط (هوائى)		
$4H^{++} + O_2 + 6ADP + 6P_i \rightarrow 6ATP + 2H_2O$ (من تحلل الجلوكوز)	2	6ATP
$2CoA + 6ADP + 6P_i + O_2 \rightarrow$ حامض البوروليك 2	2	6ATP
$CoA + 2CO_2 + 6ATP + 2H_2O$ أسيل 2		
دورة كريبس (هوائى فى الميتوكوندريا)		
$CoA + 2O_2 + 24ADP + 24P_i + 4O_2 + 6H_2O \rightarrow$ حامض الأوكسالوأسيتك 2		
$2CoA + 2O_2 + 24ADP + 24P_i + 4O_2 + 6H_2O \rightarrow$ حامض الأوكسالوأسيتك 2	8	22ATP
المجموع الكلى	2ATP	
$6O_2 + 6H_2O + 38ADP + 38P_i \rightarrow$ جلوكور	4ATP	12
$6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$		34ATP

* لا يمكن لزوجى أيونات الأيونوجين الثانئين عن تحلل الجلوكوز (لاهوائى) أن يولدا ٦ ATP مالم ينقلا إلى جهاز النقل

الالكترولى ، وهو جهاز لاهوائى ، وبالتالي يحدث الانفصال المذكور أعلى . المصدر : محورة عن داتيل ج سيمونز .

مراجعة

- ١ - من أين تحصل الحيوانات على الطاقة ، وفى أى السبل تستخدم؟ .
- ٢ - عرف الانتشار ، الغشاء شبه المنفذ ، الأسموزية .
لماذا تعتبر الأسموزية من العمليات الحيوية فى الخلايا الحية ؟ .
- ٣ - دافع عن العبارة التالية : « البروتينات هى أهم طائفة من المركبات العضوية فى جسم الحيوان » .
- ٤ - ماهو الإنزيم ، وما هو عمله ؟ .
- ٥ - صف خلية حيوانية نموذجية . ماهى وظائف الأجزاء الأساسية ؟ .
- ٦ - عرف الانقسام غير المباشر ، وأشرح المراحل المختلفة . ما هى أهمية الانقسام المباشر من ناحية الوراثة ؟
- ٧ - حيث أن الحيوان يذلل الكثير للحصول على الطاقة وتخزينها لاستخدامها فى الجسم ، لماذا لا يعيد استخدامها مرات ومرات بدلا من استمرار الحصول على مصادر جديدة ؟
- ٨ - ما هى وظائف RNA, DNA فى الخلية ؟
- ٩ - ماذا يعنى « أزوداج القاعدة » ، وما هى أهميتها فى تخليق البروتينات ؟
- ١٠ - ما هى الخطوات الأساسية فى إنتاج الطاقة من الجلوكوز ؟
- ١١ - ما هى أهمية النظام السيكرى ؟
- ١٢ - كيف تخزن الطاقة التى تنتج عن تحلل الجلوكوز ودورة كريس لا استخدامها فى جسم الحيوان ؟

لفصل الثالث

غطاء الجسم - الهيكل وعضلات الجسم

فيما عدا الحيوانات الدنيا ، فإن غطاء الجسم الخارجى فى جميع الحيوانات ، والإطار المدعم أو الهيكل ، والعضلات التى تقوم بالحركات والمشى ، مرتبطة ببعضها بشكل متباين . إن نوع الغطاء ، ونوع الهيكل ، وترتيب العضلات فى كل مجموعة حيوانية تعتمد على أسلافها ، وعلى نوع البيئة التى تقطنها ، وعلى طريقة معيشتها . فيما بين اللافقاريات ، فإن وظائف الحماية والتدعيم ، تكون غالبا مرتبطة فى هيكل خارجى متين مزود بالعضلات من الداخل . إن أكثر التصميمات كفاءة هى تلك التى توجد فى الحشرات ومفصليات القدم الأخرى ، التى لها قطع جسمية مفصلية وزوائد مفصلية ، والمجهزة بعضلات فردية عديدة متصلة ببروزات داخلية لأجزاء من الهيكل العظمى . وعلى النقيض من ذلك ، فإن الفقاريات منذ نشأتها تقريبا ، كان لها غطاء للجسم منفصل أو جلد ، وإطار مفصل داخل أو هيكل مزود بعضلات على أسطحه الخارجية ، كما توجد مفاصل الارتكاز والكرة والحق . العضلات فى الفقاريات ، بحجمها وترتيبها ، تعتبر مسئولة جزئيا عن شكل الجسم .

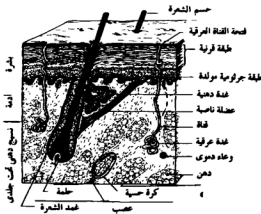
غطاء الجسم ٣ - ١ اللافقاريات

الجسم فى جميع الحيوانات له غطاء ما ، لحفظ البروتوبلازم بداخله ، وليعطى حماية فيزيقية ، كما يعمل على إبعاد الكائنات المسببة للأمراض . العديد من الأوليات (مثل الأميبا) تغطى فقط بغشاء الخلية الرقيق ، فى حين أن أوليات أخرى (برامسيوم) لها أيضا قشرة مرنة متينة . جميع الحيوانات عديدة الخلايا تغطى بنسيج هو البشرة . وفى العديد من اللافقاريات ذات الأجسام الرخوة التى تعيش فى الماء أو فى البيئات الأرضية الرطبة ، مثل اللواسع والديدان المفلطحة والبراغيث ، تكون البشرة عبارة عن طبقة وحيدة من الخلايا . البشرة فى ديدان كثيرة تفرز جليدا خارجيا غير غلوى كغطاء إضافي ، وهو رقيق فى ديدان الأرض ، وقوى فى الديدان المفلطحة والديدان الشريطية والديدان المستديرة . فى الحشرات والقواقع وبعض الحيوانات الأخرى ، تفرز البشرة هيكلا خارجيا واقيا هو القشرة .

أغطية مفصليات القدم الأرضية (مثل الحشرات ، والعناكب ، ومثويات الأرجل) تشمل جليداً وعادة طبقة رقيقة من الشمع ، وهى بذلك تحد من فقدان سوائل الجسم . هذا الترتيب ، بالإضافة إلى تكيفات أخرى للحياة فى الهواء ، يمكن الحشرات والعناكب وذوات القرني ، من العيش فى بيئات جافة .

٣ - ٢ الفقاريات

غطاء الجسم عبارة عن جلد ، وهو يتكون من بشرة خارجية وأدمة سفلية تحتوى على أوعية دموية وأعصاب وصبغ . وفى الأسماك تحتوى البشرة الرقيقة على غدد عديدة تفرز مخاطاً يقي الجسم من الخارج - القروش والقوبيات تكون لديها قشور سنية معرضة ومغطاة بالملينا ، ومعظم الأسماك العظمية مدعمة بقشور أدمية تغلف الجسم . الفقاريات الأرضية (البرمائيات إلى الثدييات) يكون لها بشرة طبقية من عدة طبقات خلوية (شكل ٣ - ١) . الطبقة الخارجية تصبح متصلة أو قرنية ، كغطاء أكثر مقاومة ، وهى تتجدد باستمرار وذلك يتكون طبقات جديدة من قاعدة البشرة . جلد البرمائيات يكون غدياً ورطباً كما فى الضفادع . وفى الطيور والزواحف والثدييات ، يكون الجزء القرني جافاً وأكثر متانة ، ليقاوم البلى والتآكل فى البيئات الجافة . وهو أيضاً يحد من فقدان الرطوبة بالتبخير ، وبذلك يحفظ سوائل الجسم . جلد الزواحف يحتوى عادة على قشور أدمية تمنح حماية بدنية إضافية ، وفى السحالي والثعابين ، ينسلخ الغطاء الخارجى على فترات . الطيور تغطي بالريش ، تلك هى مكونات جافة قرنية غير حية من البشرة تعمل كطبقة عازلة ، كما تمنح محيطاً خارجياً إنسياًياً لشكل الجسم ، وبالإضافة إلى ذلك فإنها تكون الأسطح العريضة للأجنحة والذيل المستعملة فى الطيران . جلد الثدييات مغطى بشعر ، وهو نوع آخر من نتاج بشرى قرني ، يستخدم أيضاً كطبقة عازلة . كلا لريش والشعر يستبدل دورياً بإنسلاخ القديم ونمو أغطية جديدة .



شكل ٣ - ١ : قطاع فى جلد الإنسان ، مكرر وتخطيطى

إن الطيور والثدييات فقط بأغطية أجسامها المحافظة للحرارة ، هي « ذات الدم الحار » (ثابتة الحرارة أو داخلية الحرارة) ، ويتنظيم داخلي لدرجة حرارة الجسم . وجميع الحيوانات الأخرى من ذوات الدم البارد (متغيرة الحرارة أو خارجية الحرارة) مثل الضفدع ، وهي إما تتقبل الحرارة من بيئاتها أو تنظم الحرارة عن طريق البحث عن حرارة يبيغ مناسبة. الفقمة والحيتان والثدييات المائية الأخرى تكون لها طبقات سميكة من الدهن تحت الجلد ، وهي تعمل كطبقة عازلة للجسم ، تحدد من فقدان الحرارة في الماء . جلد الإنسان (شكل ٣ - ١) يشبه غيره من الثدييات الأخرى ، ولكنه رقيق وضئيل الشعر على معظم الأجزاء. تبخر العرق المائي المفرز بواسطة الغدد العرقية يساعد في تبريد الجسم وتنظيم درجة حرارته في البيئات الحارة (فقرة ٧ - ٦) .

وهناك مكونات بشرية أخرى مقرنة ، تشمل قورن الماشية والأغنام (ولكن ليست مناطق الغزال) ، والمخالب والأظافر والحوافر والوسادات القرنية على أقدام العديد من الفقاريات الأرضية ، والمنقار وأغطية الساق في الطيور ، والقشور الخارجية على درع السلحفاة . المواد القرنية كلها من بروتينات غير قابلة للذوبان لدرجة عالية (كيراتينات) ، وهي مقاومة كثيراً للفتك والتحلل الكيميائي . بعض الكيراتينات الأخرى هي الأغشية القرنية لبيض الأسماك والهيكل القرنية لأسفنج الحمام ومراوح البحر (لواسع) .

٣ - ٣ الصبغ والتلون

وثمة وسيلة وقائية هامة في غطاء الجسم لحيوانات عديدة هي وجود مادة ملونة أو صبغ . الوقاية تكتسب بواسطة نموذج الصبغ (التوية ، انظر فصل ١٣) أو بواسطة كثافة ومدى الصبغ (للوقاية من أشعة الشمس)

الأجهزة الهيكلية

جميع الحيوانات في بعض الشعب والبيض في معظمها الآخر ، لها إطار متين ، أو هيكل يعطي دعامة بدنية وحماية للجسم ، ويكون غالباً أسطحاً لاتصال العضلات . غير أن الهيكل ليس ضرورياً على نحو قاطع ، حيث أن كثيراً من اللافقاريات المائية وقليلاً من الحيوانات الأرضية ليس لديها هيكل . أجزاء من الهيكل في مفصليات القدم والفقريات تكون زوائد مفصلية تعمل كروافع للحركة . في مثل هذه الأحوال ، توجد علاقة تبادل وثيقة في التركيب والوظيفة بين الأجزاء الهيكلية والعضلات ، في حين أن تفاعلها يكون أكثر كفاءة .

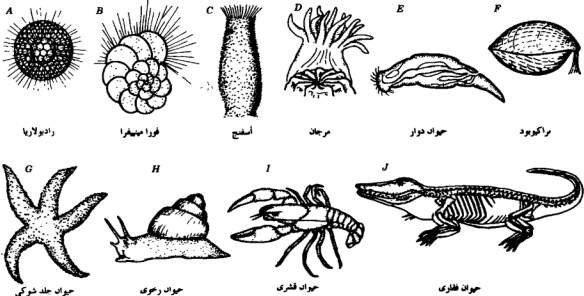
الهيكل (شكل ٣ - ٢) قد يكون صدف أو قشرة أو أى غطاء خارجي (هيكل خارجي) ، كما على المرجان والرخويات ومفصليات القدم ، أو داخلي (هيكل داخلي) ، كما في الفقاريات والجلد شوحيات (قنائف البحر ، نجم البحر .. الخ) والهيكل صلب في المرجان وكثير من الرخويات (محار ، قواقع ، حبار) وحيوانات أخرى ، ولكنه مفصلي ومتحرك بشكل متباين في الجلد شوحيات ومفصليات القدم والفقاريات . وهناك هيكل خارجية تعمل كدرع دفاعي ، كانت

موجودة في الحيوانات الحفرية مثل ذات الثلاثة نصوص ، الاستراكودرما الأولية شبيهة الأسماك ، البرمائيات المبكرة (لا يرثو دونت) وبعض الزواحف القديمة (الدينيا صورات) ، وتوجد أيضاً في البراكيوبودا الحية ، معظم الرخويات ، والأطوم (بارنا كل) وبعض الأسماك والسلاحف والأرماذيلو .

المهيكل الداخلي يحدد الحجم النهائي للحيوان ، وقد يصبح ثقيلاً لدرجة أن الكائن يجب أن يظل مثبتاً . وذلك بسبب أن العضلات الداخلية لا يمكن أن تكون كبيرة وقوية بدرجة كافية لتحريك الإطار الثقيل . الهيكل الداخلي لحيوان فقارى يستلزم قصوراً بدرجة بعيدة ، وبعض الفقاريات قد وصلت إلى حجم ضخم ؛ وتلك تشمل البرنتوزور وزواحف حفرية أخرى ، والفيلة الحية ووحيد القرن . بعض القروش والحيتان ، التي تدعم أوزانها جزئياً بواسطة الماء ، تعتبر أكبر حجماً (شكل ١ - ١) .

٣ - ٤ هياكل اللافقاريات

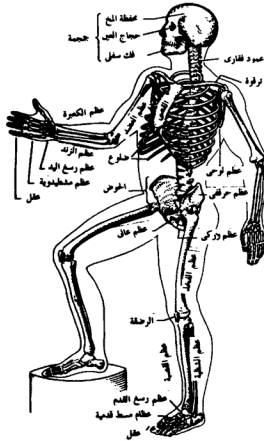
بعض الأوليات (الساركودينا ، السوطيات) تفرز أو تكون هياكل من مواد كلسية (جيرية) ، سليكية (زجاجية) ، أو عضوية . وهى غالباً ذات نماذج معقدة . الأسفنجيات تفرز عصبياً مجهرية داخلية (أشواك) أو أليافاً من نفس أنواع المواد . هياكل المرجان والبراكيوبودا ، والجلدشوكيات والرخويات ، تتكون أساساً من الجير (كاك أم) ، وتبقى طوال حياة الفرد ،



شكل ٣ - ٤ : هياكل الحيوانات ؛ تخطيطى . (أ ، ب) أوليات (أ) راديولاريا ، شبكة من السيليكا (ب) فورا ميتيفرا ، صدفة جيرية (ج) أسفنج ، إبر جيرية دقيقة عديدة . (د) مرجان ، كأس صلبة كلسية (جيرية) ذات حواجز . (هـ) حيوان دوار ، جلد متين (زجاجى) (و) براكيوبودا صدفان جيريان . (ز) حيوان جلد شوكى ، هيكل داخل مفصل من صفائح جيرية . (ح) حيوان رخوى ، صدفة جيرية (ط) حيوان قشرى ، هيكل خارجى كامل يكتين (ى) حيوان فقارى ، جمجمة ، فقرات ، أحزمة طرية ، وهيكل الأطراف

وهي تنمو عند الحواف وتصبح أسمك بمرور الوقت . جميع مفصليات القدم - القشريات والحشرات وغيرها - تغطي كلية هياكل خارجية مفصلية من مواد عضوية تحتوى على الكيتين (فقرة ٢١ - ٣) ، وهذه تكون مرنة عند المفاصل بين قطع الجسم والزوائد ، ولكنها تكون أكثر صلابة فيما عدا ذلك . وفي سرطان البحر والقشريات القلبية ، يدعم الغطاء الخارجى برواسب من أملاح الجير التى تكون قشرة صلبة .

الزوائد تبلغ عادة زوجاً واحداً أو أقل لكل قطعة من الجسم ، وقد تتباين فى تكوينها كقرون استشعار حسية ، أو فكوك أو أجزاء قم أخرى ، وأرجل للمشى أو السباحة . وحيث أن هياكل مفصليات القدم حينئذ تتصلب لا يمكن أن تتمدد ، فإن هذه الحيوانات تخبرى انسلاخاً كاملاً للغطاء القديم على فترات ليسمح بالنمو ؛ أجزاء الجسم تكرر فى الحال بعد الانسلاخ ، قبلما يتصلب الغطاء الجديد . الأنابيب المفروزة التى تعيش فيها بعض الديدان المائية ، والمخاطف المبنية من بعض البقايا فى القاع بواسطة بعض الأوليات وبعض يرقات الحشرات ، وصدفات القواقع الفارغة المستعملة بواسطة السرطان الناسك جميعها تعمل كهياكل خارجية وقائية



شكل ٣ - ٣ : هيكل الإنسان

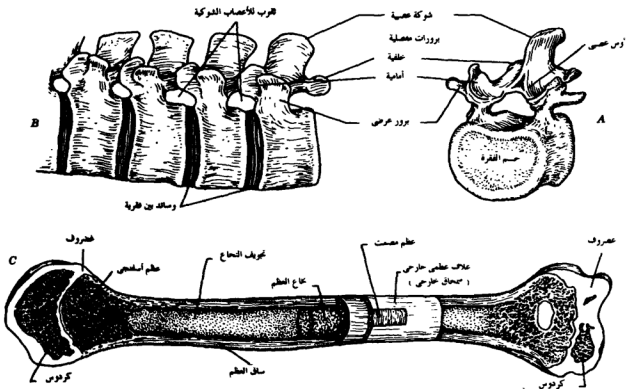
٣ - ٥ هياكل الفقاريات

الميكال الداخلى له نموذج أساسى عام ، بملاح أصلية تُرى فى الإنسان (شكل ٣ - ٣) . من مستديرات الفم إلى الثدييات ، قد تتبع تسلسلاً تصاعدياً ، بالرغم من أنه توجد اختلافات كثيرة فى الحجم والشكل للأجزاء المكونة ، وفى وجود أو غياب عناصر معينة . الملاح الرئيسية فى الحيوان الفقارى الأرضى موضحة فى جدول ٣ - ١ . الميكال يدعم الجسم ، وتتصل به العضلات ، ويحفظ المخ والحبل العصبى . فى جميع الفقاريات ما عدا مستديرات الفم ، يشمل الميكال إطاراً للفكوك والزعانف أو الأطراف الزوجية . الميكال يتكون من غضروف زجاجى فى مستديرات الفم اليافعة والقروش وفى أجنة جميع الفقاريات العليا ، ولكن فى الطور اليافع للأسمك العظمية حتى الثدييات ، فالميكال يتكون إلى حد كبير من العظم ، مع وجود غضروف فوق الأسطح المفصليّة ، وفى أماكن أخرى قليلة . الأجزاء الميكالية تزداد فى الحجم تدريجياً عن طريق النمو عند الأطراف أو الحواف (شكل ٣ - ٤ ج) . الجسممة والعمود الفقرى والقص (عظمة الصدر) تكون الميكال المحورى ، والأطراف والأحزمة تكون الميكال الطرفى (جدول ٣ - ١) .

جدول ٣ - ١ : تقسيمات عامة للميكال فى حيوان فقارى أرضى

الميكال المحورى (وسطى)		الميكال الطرفى (طرفى ، مزدوج)	
الجسممة	العمود الفقرى	القفص الصدرى	صدرى (أماسى) حوضى (عظمى)
محطة المنح	فقرات	حلو (زوجية ، عظمية حزام الكتف	حزام الورك
	عظمية (رلبة)	أو شعرونية)	عظم لوسى (ظهري) حرقى
محافظ حسبة	صدرية (صدر)	ترقوة (أماسى)	عالى
(أنف ، عين ، أذن)	قطبية	قص (عظمة الصدر)	غراى (عظمى) وركى
	(الظهر السفلى)		
أفراس حشوية	عجزية (ورك)	الطرف الأمامى	الطرف الخلفى
(فكوك ، لاسى ،	هذبة (ذيل)	عظم الصد (اللراع	عظم الفخذ (فخذ)
حجرة)		الطوى)	
		الكبيرة والزند	القصة والشظية
		(اللراع الأمامى)	(الساق)
		الرسع (مصمم)	رسع القدم
		تَشَطِيْدِي (كف)	(الكاسل)
		عقل (أصابع)	مَشَطَقْدِيْمَات (باطن القدم)
			عقل (أصابع القدم)

في جميع الجليات ، أول جزء هيكل يظهر في الجنين هو عمود هلامي رفيع غير مقسم ، الحبل الظهري ، الذي يمتد بطول محور الجسم بين القناة الضخمية والحبل العصبي . ويبقى طوال الحياة في السهيم ومستديرات الغم ، ولكن في الأسماك والأنواع العليا ، فإنه يحاط فيما بعد بعظم الظهر الذي يمل عمله ، ويعرف بالعمود الشوكي مكوناً من فقاريات منفصلة (شكل ٣ - ٤ أ ، ب) . جسم الفقرة البكرى الشكل له قوس عصبي ظهري يحيط بالحبل العصبي . في ذيل الأسماك ، كل فقرة لها أيضاً قوس دموي يطنى حول الشريان والوريد الرئيسيين ، هذا القوس ينفرج في الجسم أو المنطقة الجزعية ، ويكون تراكيب تشبه الضلوع مدعمة الأعضاء الداخلية . في الفقاريات الأرضية ، يحمل جسم الفقرة زوجاً من البروزات العرضية كتنقط اتصال للضلوع الحقيقية لتلك الحيوانات (نادراً في الضفادع) . عند كل طرف لجسم الفقرة ، يوجد بروزان مفصليان ؛ هما قد تتحرك الفقرة على تلك التي تقع أمامها أو خلفها مباشرة . العمود الفقري في الأسماك يوجد فقط في منطقتي الجذع



شكل ٣ - ٤ : تركيب مكر للعظم (أ) فقرة قطنية للإنسان (ب) جزء من العمود الفقري (منطقة قطنية في الإنسان توضح الطريقة التي بها تتصل الفقرات وكذلك الواسد بين أجسام الفقرات ، والقنوب للأضراس الشوكية المتصلة بأعصاب الشوكي (ج) قطاع من عظمة طويلة: الجسم (ساق العظم) ذو غطاء (كردوس) عند كل طرف . يحدث النمو في الطول : من المنطقة الضروفية بين الجسم والأطراف . الأطراف مطبقة بمصروف نامع مفصل . (ج ، ع ، ورورجرمان .)

والذيل ، ولكن في السلمندر والزواحف والثدييات ، فإنه يوجد في خمس مناطق : الرقبة أو العنقية الصدر بالضلوع ، الظهر السفلى أو القطنية ، الحوضية أو العجزية ، متصلة بحزام الطرف الخلفي ، والمنطقة الذيلية . الفقرات الذيلية قليلة في الإنسان والطيور ، الفقاريات السباحة طويلة الأجسام لها فقرات عديدة وتشبه بعضها كثيرا ، كما يرى في ثعابين الماء والأسماك المماثلة ، وفي بعض أنواع السلمندر (سيرن) ، وفي بعض الزواحف الحفرية ، وفي الحيتان . الثعابين الحية الأرضية التي تتحرك سباحة ، لها فقرات عديدة (شكل ٢٥ - ١٣) . الضلوع في الفقاريات الأرضية عادة تتصل بطنيا بعظمة الصدر أو القص ، غير أن تلك غير موجودة في الثعابين . القص في الطيور له عرف وسطى كبير لاتصال عضلات الطيران القوية .

٣ - ٧ المجموعة

هذا التركيب الذى يشكل رأس الحيوان الفقارى . يبدأ في الجنين كفضروف ، ويتوحد من (١) محفظة المخ أو صندوق المخ الذى يأوى المخ ، (٢) ثلاثة أزواج من المحافظ الحسية لأعضاء الشم والإبصار والسمع ، ؟ (٣) الهيكل الحشوى ، الذى هو عبارة عن سلسلة من الأقواس الزوجية تمتد بالفكوك ، بدعامة اللسان (الجهاز اللامى) ، وبدعامات للمنطقة الخيشومية . هذا التركيب للمجموعة يستمر على هذه الحالة في القروش والقوبيات اليافعة ، ولكن في الأسماك العظمية والأنواع الأعلى ، فإن محفظة المخ العضروفية تستبدل بعظام عديدة ، وكذلك المحافظ والفك العلوى تصبح أكثر اتصالاً بالمحفظة الحية . في الفقاريات الأرضية تصبح لأجزاء من الأقواس الحشوية فوائد أخرى . كلا الشكل العام والتركيب التفصيلي للمجموعة في الأطوار اليافعة لفقاريات عديدة ، مختلفان . والدراسة المقارنة من الأسماك للتدييات تبدي إختلافات كثيرة ، تشمل أختزالاً في عدد من لعظام ٤. إلا أنه يوجد استمرارية أساسية في الشكل خلال السلسلة الكلية .

٣ - ٨ الأطراف

مستديرات الفم ليس لها زوائد جانبية ، ولكن القروش والأسماك العظمية لها زوجان من الزوائد ، الزعانف الصدرية والحوضية ، مزودة بأجزاء هيكلية مكونة من أشعة زعغنية . كل زوج من الأطراف يستند على هيكل أو حزام . الفقاريات الأرضية لها زوجان من الأطراف في أماكن الزعانف ، وتلك مدعمة بواسطة الحزامين الصدري والحوضى على الترتيب

في معظم الفقاريات الأرضية ، يشتمل الحزام الأمامى أو الصدري على عظم اللوح من الجهة الظهرية ، والترقوة الرقيقة ، والعظم الغرائى العريض من الجهة البطنية . الثدييات ليس لها العظم الغرائى (أشكال ٣ - ٣ ، ٢٧ - ١) . والصفادع لها عظم فوق لوحى إضافي (شكل ٢٥ - ٣) . العظم الغرائى والترقوة تتصل مع عظم الصدر الوسطى البطنى أو القص ، وهو غضروفى في معظمه ويتكون من أجزاء عديدة . عند تقابل العظم اللوحى والغرائى ، يوجد إنخفاض ضحل (تجويف أروح) فيه يتمفصل رأس عظم العضد .

الحزام الخلفى أو الحوض عبارة عن هيكل صلب قوى ، يوصل الأطراف الخلفية بالعمود الفقرى ، وهو ينقل القوة فى المشى من هذه الأطراف إلى الجسم . ويتركب الحزام الحوضى من ثلاث عظام على كل جانب ، الحرقفى الطويل للأمام، الوركى للخلف ، والعانى بطنياً . عند تقابل هذه العظام الثلاث ، يوجد تجويف كأس الشكل ، التجويف الحقى الذى فيه يتم فصل رأسى عظم الفخذ .

زوجا الأطراف يتباينان فى الحجم ، ولكن لهما عظام وأجزاء مقارنة كما يلى :

الطرف الأمامى (الذراع)

عظم العضد (الذراع العلوى)

عظم الكعبرة والزند (الذراع الأمامى)

عظم رسغ اليد (المعصم)

عظام مشطيدوية (كف اليد)

عقل (الأصابع)

الطرف الخلفى (الرجل)

عظم الفخذ (الفخذ)

عظم القصبة والشفية (الساق أو الرجل السفلى)

عظم رسغ القدم (الكاحل)

عظام مشطقدمية (باطن القدم)

عقل (أصابع القدم)

كل طرف يتميز بإنتهائه بخمسة أصابع . العظم المكون للأضمة والأطراف متشابه فى الأصل من البرمائيات حتى الثدييات ، على الرغم من تحوره كثيرا للتكيف لطرق معيشية خاصة (شكل ١٣ - ٢) قد يمين بين مختلف الفقاريات فقدان الأصابع ، الأنحد بين عظام أخرى ، والأختزال أو فقدان التام للزعانف ، للأطراف ، وللأضمة . بعض أنواع السلمندر لها فقط أربعة أو ثلاثة أصابع فى كل قدم . ولا يوجد طائر حى واحد له أكثر من من ثلاثة أصابع فى الطرف الأمامى ، أو أربعة أصابع فى الطرف الخلفى. الأختزال فى عدد أصابع القدم يحدث فى كثير من الثدييات ، الحصان يختير حالة منطرفة ، إذ أن له أصبعاً واحداً فعالاً على كل قدم (شكل ١٣ - ٩) . عظم الكعبرة والزند وعظم القصبة والشفية متحدة فى كثير من الأنواع التى لديها حركة دورانية بسيطة للأطراف الأطراف والأصابع مختزلة كثيراً فى بعض أنواع السلمندر والسحالي ، وغائبة فى القليل من السحالي وفى جميع الثعابين . الحيتان وبقر البحر ليس لها أطراف خلفية ، وبين الأسماك نجد أن ثعبان السمك يفترق إلى زعانف حوضية . الأطراف أو الأضمة الضامرة فى الحيتان والأصلة والفقاريات الأخرى عديمة الأطراف ، تدل على أن هذه الحيوانات قد انحدرت من أسلاف ذوات أطراف .

كل عظمة تكون مبنية على أسس هندسية جيدة في كل من التركيب العام والمجهري . العظمة المعرضة لضغوط ثقيلة تكون مقواة من الداخل ، وحيثما تتصل العضلات أو الأربطة القوية ، فإن الخارج يكون خشنا . العظام المثبتة من محفظة المخ والحزام الحوضي تكون متصلة مع بعضها بطريقة لا تسمح بالحركة ولكن معظم العظم تكون له القدرة على الحركة بواسطة أسطح مفصالية ناعمة عند المفاصل ، حيث تتحرك عظمة فوق أخرى عند الكتف والورك ، توجد مفاصل الكرة والحق ، تسمح بدوران العضو المتحرك (عظم العضد ، الفخذ) ، الركائز المفصالية التي تسمح بالحركة في مستوى واحد يوجد عند الكوع ، والركبة وغير ذلك . العظام المتحركة تتصل ببعضها البعض بواسطة أربطة من نسيج ضام كثيف ، بجانب العضلات والأوتار التي تحركها .

الأجهزة العضلية

تعتبر القدرة على الانقباض خاصة أساسية للبروتوبلازم ، ولكن في معظم الحيوانات نجد أن الانقباضات التي تحدث تغيرات في الشكل أو الهيئة والحركة ، تحدثها ليفيات خاصة أو أنسجة عضلية (فقرة ٢ - ٨) . كثير من الحيوانات عديدة الخلايا القادرة على الحركة تكونت لديها مجموعات من العضلات لتؤدي هذه الحركات .

٣ - ٩ اللافقاريات

الأوليات البسيطة مثل الأميبا ، يمكن أن تقبض أو تمد الجسم وحيد الخلية في أي اتجاه (شكل ١٥ - ٤) . الأوليات الأخرى ذات التركيب الأكثر تخصصاً مثل الفوريتسيلا ذات العنق ، يكون لها ليفيات متقبضة خاصة (خيوط عضلية) . جدار الجسم في اللواسع يحتوي على خلايا طلائية عضلية تشبه حرف T ذات ألياف متقبضة في الجزء القاعدي ، هذه الخلايا ترتب في مجموعات متقابلة (شكل ١٦ - ٨) ، التي بواسطتها يمكن للجسم أن يختزل في كل من الطول والعرض . الديدان المفلطحة لها عادة ألياف عضلية ذات ثلاث اتجاهات - طويلة ، عرضية ، وظهر بطنية (شكل ١٧ - ٣) ، إنقباض تلك العضلات في أي مستوى يدفع الجسم الرخو إلى الامتداد في المستويات الأخرى ، مثلما يحدث تقريبا لسان الإنسان عندما يتحرك . في الديدان المستديرة ، تكون جميع الخلايا العضلية مرتبة في صفوف تجاه جدار الجسم ، وموازية لمحور الجسم الرئيسي (شكل ١٧ - ١٠) . الانقباض المتبادل للألياف على امتداد الجوانب المقابلة من الجسم ، يمكن الدودة من أن تنثنى وتستقيم ، ولكنها لا تستطيع أن تلتوى بحرية أو تمد الجسم طولياً . في دودة الأرض ، يشتمل جدار الجيم على طبقتين من العضلات ، طبقة خارجية عرضية وأخرى داخلية طويلة . إنقباض الطبقة الخارجية يسبب طول الجسم الملء بالسوائل ، وإنقباض العضلات الطولية يقصره . القشريات ، الحشرات ، ومفصليات القدم الأخرى ، تعتبر اللافقاريات الوحيدة التي تعيد عن التركيب « الطبقي » للعضلات ؛ إذا أن لها عضلات كثيرة منفصلة ، متنوعة في الحجم والترتيب ، والاتصالات ، تحرك هذه العضلات قطع الجسم وأجزاء من لأرجل المفصالية

والزوائد الأخرى . هذه العضلات تكون مثبتة للأسطح الداخلية للهيكل الخارجى وتعمل فوق رقائق مفصليّة بين الأجزاء المتجاورة . يرقّة الفراشة وقد يكون لديها ٢٠٠٠ عضلة منفصلة .

٣ - ١٠ الفقاريات

جسم الجسم الحيوان الفقارى يحتوى على ثلاثة أنواع من الألياف العضلية - ملساء ، قلبية ، ومخططة - التى تختلف فى التركيب المجهري والوظيفة (فصل ٢) . العضلات الهيكلية أو الإرادية (شكل ٣ - ٥) تكون متصلة بالعظام ، وتعمل إراديا مسببة الحركة والتنقل . كل عضلة تتكون من العديد من الألياف المخططة المتوازية ، متناسكة مع بعضها بواسطة نسيج ضام . الأطراف المقابلة تكون مثبتة بعظام منفصلة أو أجزاء أخرى ، بواسطة امتدادات من نسيج ضام . الطرف القريب (تجاه مركز الجسم) أو الأقل حركة هو مثبت العضلة ، وذلك البعيد (بعيدا عن مركز الجسم) أو المتحرك هو مندغم العضلة . كثير من العضلات لها نسيج ضام ممتد كوتر رقيق يتصل عند مسافة ما من العضلة نفسها . عند قطع الطرف السفلى ، لأقدام والأصابع ، تمر بعض الأوتار أسفل أربطة عريضة تعمل كبركر . وعمل العضلة هو أن تنقبض ، أو تقصر فى الطول ، وبذلك تسمح للتركيبين الذين تتصل بهما ، بالاقتراب من بعضها . العضلات ترتب عادة فى مجموعات متقابلة . فيما يلى نين الأنواع العامة ، وذلك بالنسبة لطريقة العمل ، مع مثال من كل :

عضلات مثنية : تننى جزءاً على آخر ، العضلة ثنائية الرأس تننى الساعد نحو العضد .

عضلات مبعدة : تسحب جزءاً بعيداً عن محور الجسم (أو من طرف) ؛ العضلة الدالية تسحب الذراع للأمام .

عضلات مقربة : تقرب جزءاً من محور الجسم (أو من طرف) ؛ العضلة الظهرية العريضة ، تسحب الذراع إلى أعلى وإلى الخلف .

عضلات خافضة : تخفض جزءاً ، العضلة الخافضة الفكّية ، تحرك الفك السفلى إلى أسفل لتفتح الفم .

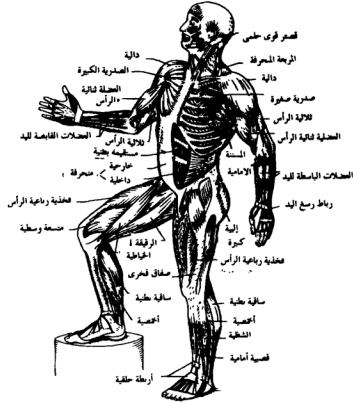
عضلات رافعة : ترفع جزءاً ، العضل الماضغة ، ترفع الفك السفلى لتغلق الفم .

عضلات دوارة : تدوير جزءاً ؛ العضلة كمثرية الشكل ، ترفع وتدوير عظيمة الفخذ

عضلات كاية : تحرك الجانب البطنى إلى أسفل تدوير كف اليد نحو أسفل .

عضلات باطحة : تقلب الجانب البطنى إلى أعلى ، تدوير كف اليد إلى أعلى .

فى كثير من حركات أجزاء الجسم ؛ تعمل عدة عضلات مع بعضها ؛ البعض ينقبض أكثر من الأخرى ، ومثل هذا التناقص يوجه بواسطة الجهاز العصبي . كل ليفة أو مجموعة ألياف لها صفائح طرفية لأعصاب حركية تنقل التأثير لتحث على الانقباض (شكل ٩ - ٧ هـ)

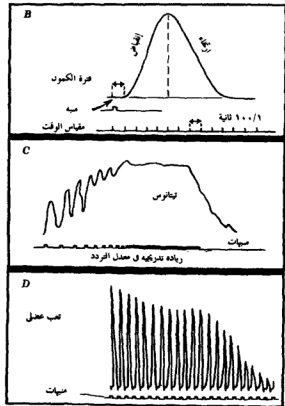
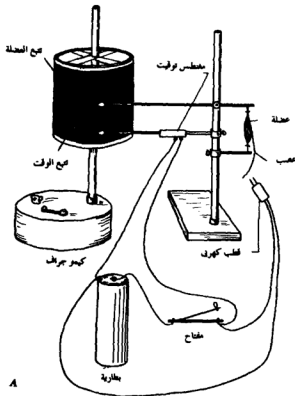


شكل ٣ - ٥ : العضلات السطحية لجسم الإنسان (الصدرية الرئيسية والمائلة الخارجية منزوعة من الجانب الأيسر) .

٣ - ١١ العضلة والعصب

في الحيوان الحى ، ينتج انقباض العضلة (قصرها) من سيالات عصبية تمر من الجهاز العصبي المركزى بطول العصب . قد يوضح ذلك بواسطة تحضير العضلة بالعصب مثل العصب الوركى والعضلة الساقية البطنية التى يحصل عليها معا من ضفدعة حيه (شكل ٣ - ٦ أ) . يثبت أحد طرفى العضلة ، فى حين أن الطرف الآخر يتصل برافعة تكبر أو تسجل أى تغيير فى طول العضلة . يتم تعريض العصب السيالات على هيئة صدمات كهربية قصيرة . بدءا من صدمة ضعيفة جدا لتحث أية نتيجة وزيادة الشدة تدريجيا ، إلى أن تصل إلى مستهل التنبيه الذى عنده ينتج الانقباض البسيط للعضلة . مع الزيادة المطردة فى شدة الصدمات ، يحدث تزايد فى قوة الانقباض ، ولكن فى النهاية لا يكون للسيالات الأقوى أى تأثير أبعد من ذلك . إذا قطعت كل ألياف العصب فيما عدا ليفة واحدة ، وتلك الليفة تنبه بقوة متزايدة ، لا يحدث شيء حتى نصل إلى المستهل - حينها تكون

الاستجابة حداً أقصى في الحال . ويعرف هذا بتأثير الكل أو العدم . الزيادة التدريجية في التأثير في التحضير الكل للعضلة والعصب ينتج من الألياف المختلفة التي لها مستهلات مختلفة إختلافاً بسيطاً . الانقباض في عضلة فردية يتبع نموذجاً مميزاً (شكل ٣ - ٦ ب) يستمر حوالي ٠.١ من الثانية . الفترة بين التنبيه الأول وقصر العضلة ، وهي حوالي ٠.١ من الثانية ، تعرف بالفترة الكامنة . بالرغم من أنه لا يحدث تغير ألى ظاهر خلال هذه المرحلة ، فإن تفاعلات تتم بداخل العضلة تطلق الطاقة اللازمة للانقباض . المرحلة الثانية ، وتعرف بفترة الانقباض ، تستمر حوالي ٠.٠٤ من الثانية . وفي النهاية تستمر فترة الارتخاء حوالي ٠.٠٥ من الثانية ، تعود العضلة لطولها الأصلي وحالتها الفسيولوجية الأصلية . حينئذ يباعد بين الصدمات الفردية بأوقات كافية ، فإن العضلة ترغى كلية لطولها الأصلي فيها . ولكن إذا كررت الصدمات عند فترات متقاربة ، فإن العضلة لا ترغى ، هذه الحالة تسمى ارتعاشاً . مع تذبذب أعلى من النبءة ، فإنه لا يحدث ارتخاء ولكن إنقباض مستمر سلس ، تسمى هذه الحالة تشنجا



شكل ٣ - ٦ : إنقباض عضلة إرادية (أ) تحضير عضلة بالعصب متصل بكميو جراف لتسجيل الانقباض حينئذ يبينه العصب بواسطة حافز عصى من بطارية (ب) رسم تخطيطى لانقباض معاد وأنسأط بعد تنبيه واحد . تسجيلات الكيمو جراف . (ج) التيتانوس (إنقباض مستمر) يتردد أعلى لتتبات (د) تهب ناتج عن تتيبات متكررة على فترة طويلة .

(تيتاناس) . الحركات العادية للحيوان ككل ، تحدث نتيجة لا انقباضات تشنجية . في الإنسان ، أثناء ساعات المشي ، بعض الألياف في كل عضلة تكون في حالة تشنج ، معطية إحساساً ثابتاً للعضلات . مثل هذا الشد أو التوتر العضلي المستمر يحافظ على الجسم في حالة عادية .

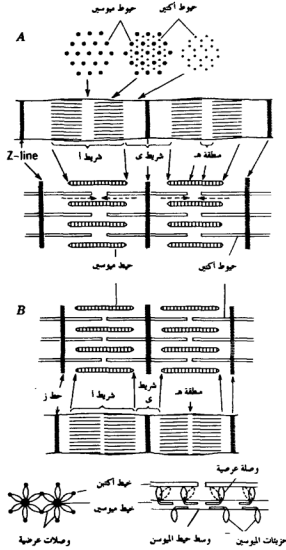
٣ - ١٢ الانقباض العضلي

كثير من العضلات المخططة يمكنها أن تنقبض بسرعة قصوى (كما في جناح الحشرة) وتعمل ذلك بصفة متكررة لوقت ما . في سباق مائة ياردة ، قد تنقبض عضلات رجل المتسابق ٣٠ مرة في ١٠ ثوان في النهاية يتكون لدى المتسابق « دين أوكسجينى » يزول بحركات تنفسية عميقة وسريعة لبضع دقائق . في العضلة سريعة الانقباض ، يستهلك الأوكسجين وينتج ثنائي أكسيد الكربون ، يختزل المحتوى الجليكوجينى ، ويتراكم حامض اللبنيك ، وينتج عن ذلك حرارة زائدة (أنظر دورة الكريس ، فقرة ٣٣ - ٢) .

الدراسات الخاصة بواسطة إنغراف أشعة X- والصور المجهرية الألكترونية ساعدت في إيضاح عملية الانقباض . العضلة تتكون من عدة ألياف تتصل بها صفائح طرفية لأعصاب حركية . كل ليفة تتكون من حزمة من ليفات حوالى واحد ملليميكرن في السمك . كل ليفة تبنى نموذجاً متكرراً من أشرطة فاتحة وداكنة . بين كل خطين ضيقين دالكنين ز يوجد شريطان فاتحان وشريط داكن أ وهذا الأخير يخرقه في الوسط منطقة فاتحة هـ (أنظر أشكال ٣ - ٧ ، ٣ - ٨) . عند الانقباض ، الشريط ا يبقى ثابتاً ، ولكن كل الشريطى والمنطقة هـ تصبحان ضيقين . هذه الحقائق يمكن توضيحها بإتخاذ نموذج من ليفة عضلية مركبة من خيوط مرتبة طولياً تنزلق فوق بعضها البعض . المجهر الألكترونى يوضح نوعين من الخيوط ، نوعاً ضعيف الآخر في السمك . الخيوط السميكة تكون الأشرطة أ . هذه الخيوط متصلة ببعضها بواسطة وصلات عرضية ، وكل خيط سميك يكون متصلاً بستة خيوط رفيعة مجاورة كل على حدة . الخيوط السميكة تحتوى على بروتين الميوسين ، والخيوط الرفيعة تحتوى على بروتين الأكتين الوصلات العرضية تتكون من الرؤس الكروية لجزيئات الميوسين . نظرية الانزلاق الخيطى تعتبر أن الانقباض يستلزم تغيراً في القوى الكهربائية بداخل الوصلات ، وبمد بطاقة ناتجة من انشطار ATP جزيئات الميوسين تعتبر موجهة في اتجاهات مضادة في النصفين من خيوط الميوسين (شكل ٣ - ٧) . والوصلات يعتقد أنها تطول وتقلص وتتمدد بقوة شد على خيوط الأكتين ، محركة إياها بأسلوب يشبه السقاطة ، نحو وسط خيوط الميوسين . وصلة ما قد تتصل بمكان نشط على خيط الأكتين ، تشد الخيط لمسافة قصيرة ، ثم تطلقه وتتصل بالمكان النشط التالى .

جزء الميوسين يحتوى على موقع للترابط مع الأكتين وموقع للميوسين أدينوزين ثلاثى الفوسفاتيز (ATP ase) . في غياب الأكتين ، يكون موقع الأدينوزين ثلاثى الفوسفاتيز غير نشط ، ويرتبط الميوسين مع ATP ولكنه له قدرة محددة على تجزئته . حينما يلاص الميوسين الأكتين ، فإن يكون أكتوميوسين ، ويتغير موقع الأدينوزين ثلاثى الفوسفاتيز ليكون أكتوميوسين ATP.أيونات المغنسيوم (ما) يجب أن تكون موجودة لأنه يبدو أنها تربط ATP مع الميوسين ، ويعمل الأكتوميوسين أدينوزين ثلاثى

الفوسفاتيز على وسط من جزيئات مغنسيوم ATP انشطار ATP يطلق طاقة للحركة .



شكل ٣ - ٧ : التغيرات في ليفة عضلية حينما تقبض خيوط الأكتين والميوسين تنزلق واحدة فوق الأخرى (أنظر أيضاً شكل ٣ - ٨) ليفة عضلية أثناء الراحة لأعلى : خيوط كما تظهر في قطاع عرضي للليفة عضلية عدد ثلاثة مستويات موضحة بالأسهم : لأسفل : رسم تخطيطي لوضع الخيوط . ب : ليفة عضلية منقبضة . لأعلى : الخيوط قد غيرت في الوضع وليس في الطول . لأسفل : الأسلوب المتوقع لحركة الخيوط . على اليسار : خيوط في قطاع عرضي موضحة وصلات عرضية مكونة من رؤوس كروية من جزيئات الميوسين . على اليمين : منظر جانبي ، مينا حركة سقاطية لرؤوس جزيئات الميوسين التي تتحرك في اتجاهات متضادة في النصفين لخيوط الميوسين . الأسهم المنقطعة في أ تبين اتجاه حركة خيوط الأكتين (عن هـ . أ . هاسكيل) .

الطاقة اللازمة لانقباض العضلات وللعمليات البيولوجية الأخرى ، يتم الحصول عليها كلية من الجلوكوز (ك٦ يد٣٣ أ٦) الناتج من هضم الطعام والذي يحمله مجرى الدم . حينما يخزن الجلوكوز (في الكبد ، في العضلات .. الخ) ، فإنه يتحول إلى جليكوجين (ك٦ يد٣٠ أ٦) - س- عندئذ ، في الواقع ، فإن الجلوكوز يتأكسد إلى ثاني أكسيد الكربون وماء . وقد كان يظن من قبل أن الجلوكوجين يستعمل مباشرة إلى حد ما لانطلاق الطاقة ، لأن بعضه يخزن من العضلة مع انقباضات قوية ومتكررة . وفي الحقيقة ، فإن تحوله يستلزم من تفاعلات وسطية .

بالإضافة إلى ذلك ، هناك مواد أخرى في العضلات تستخدم في دورة الانقباض والطاقة متضمنة الاسترداد . العضلة أثناء الراحة تحتوي على (١) أدنينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) ٠ (٢) فوسفات الكرياتين (CP) ؟ (٣) جليكوجين . مع الانقباض ، يحدث لكل منها تغير كيميائي ، وكل تفاعل تنطلق منه طاقة أكثر . التحليل الكيميائي يوضح الآتي :

١ - ATP يتغير إلى أدنينوزين ثنائي الفوسفات (ADP)

٢ - فوسفات الكرياتين (CP) يتكسر إلى كرياتين وفوسفات غير عضوي (P_i)

٣ - الجليكوجين يتحول إلى حامض اللبنيك .

الطاقة الناتجة من التفاعلات الثلاثة المذكورة أعلاه ، تستخدم كآلاتي :

١ - تكسر ATP يعطي الطاقة الحقيقية للانقباض العضلي .

٢ - أنقسام CP يعطي الطاقة لإعادة تخليق ATP

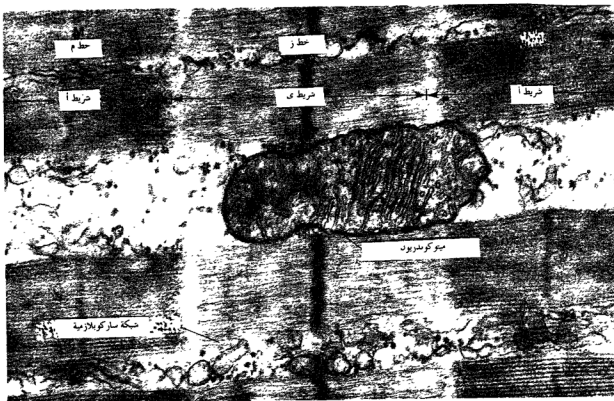
٣ - التفاعلات العديدة التي تحول الجليكوجين إلى حامض اللبنيك ، تعطي طاقة لإعادة تشكيل

CP من P_i

٤ - الأكسجين يتفاعل مع حوالى خمس حامض اللبنيك ليعطي الطاقة اللازمة لإعادة تحويل الأربعة أمحاس الباقية من حامض اللبنيك إلى جليكوجين .

إنشطار كل من CP, ATP يتم بواسطة التحلل المائي ، ولا يستلزم تفاعلاً مع الأكسجين . ومن ثم فإن من الممكن أن يستمر تحت ظروف غير هوائية . وعلى النقيض ، فإن إعادة تحويل حامض اللبنيك إلى جليكوجين يكون هوائياً ، مستلزماً استخدام بعض من الأكسجين الموجود في العضلة . « دين الأكسجين » يتكون بواسطة تكسر الجلوكوز إلى حامض اللبنيك . دين الأكسجين يحدث لأنه أثناء التمرين العنيف ، تكون العضلات حامض اللبنيك بسرعة أكبر من ورود الأكسجين ليؤكسد حامض اللبنيك . نتيجة لذلك ، يتجمع حامض اللبنيك . ويجب إزالة بالأكسدة عن طريق دورة حامض الستريك أو بإعادة تحوله إلى جليكوجين - كلا العمليتين اللتين تحتاجان لأكسجين .

كلا ATP, CP موجودان ونشطان في معظم الخلايا الحية . إذا أستخدم ATP لحيوط أكتوميوسين أو لعضلة مجهزة على نحو ملائم ، فإن الحويوط أو العضلة تنقبض . الميوسين هو الأنزيم الذي يساعد على تكسر ATP إلى ADP وفوسفات غير عضوية . جميع التفاعلات في العضلات - هدم أو بناء - تتم بواسطة الإنزيمات الخاصة بكل تفاعل .



شكل ٣ - ٨ : صور بالمجهر الإلكتروني لألياف عضلية مصبوعة من عضلة صندع (قارن فقرة ٣ - ١٢) في قطاع طولي ($\times 33,000$) . شريط أ (فاتح) من خيوط منفردة فقط ، أسطرة أ (داكنة) من خيوط أسمك . (صورة مجهرية أصلية بواسطة د . لى . د . د . يتشى ، جامعة كولومبيا) .

الخلية العضلية تحتوى على جهاز من جزيئات مرتبطة بالأغشية ، الشبكة الساركوبلازمية ، المماثلة للشبكة الأندوبلازمية للخلايا الأخرى . وهذه الشبكة مهمة في نقل الأيونات المستخدمة في الانقباض . هذا الجهاز يمتد فيما بين الليفيات ، وتوجد علاقة هامة بينه وبين الخواص الكهربائية لغشاء الخلية . الأغشية الشبكية ترتبط مع الكليسيوم أو تنقله بنشاط من سيتوبلازم الليفيات إلى المسافات الشبكية ، مخفضة تركيز السيتوبلازم من أيونات الكليسيوم الحرة . أنشطار ATP يعطى الطاقة اللازمة لهذا الانتقال . من الواضح في فترة الانقباض ، أن جهد الفعل للفضلة يسبب إزالة استقطاب الأنابيب الصغيرة الذى ينتشر بسرعة في الخلايا العضلية عن طريق الجهاز الشبكي ، ويجعل أيونات الكليسيوم المختزنة في الشبكة تنطلق إلى الليفيات . الأيونات تنشط الأكتوميوسين أدينوزين ثلاثي فوسفاتيز . بانقطاع النشاط الكهربى ، فإن انطلاق الكليسيوم يتوقف ، وتنقل الأيونات بنشاط ثانية لمناطق التخزين الشبكية . يهبط نشاط الأكتوميوسين أدينوزين ثلاثي فوسفاتيز ، وتنشط الليفيات العضلية . في غياب أيونات الكليسيوم ، يكون خيط الأكتين غير قادر على أن ينشط الميوسين ثلاثي فوسفاتيز؛ أيونات الكليسيوم تزيل هذا التنشيط . الميوسين أدينوزين ثلاثي فوسفاتيز ينشط ويبدى الانقباض .

العضلات تنقبض لتؤدي عملاً ، حوالي ٣٠٪ من الطاقة المستخدمة تؤدي هذا الغرض ، التوازن ينتج حرارة . حوالي أربعة أمّاس من كل حرارة الجسم تستمد من هذا المصدر . الآلات الميكانيكية تحول فقط ١٢ إلى ٢٥٪ من الطاقة المعطاة إلى عمل مفيد ؛ جسم الحيوان يكون على ذلك « آلة » أكثر كفاءة .

الإجهاد-عدم القدرة على استمرار الانقباض - ينتج من تراكم حامض اللبنيك وإستنزاف الجليكوجين و ATP . ومن الواضح أن الصفائح الطرفية الحركية للعضلات تصبح غير نشطة بواسطة حامض اللبنيك . (إذا ما أوقف تكون حامض اللبنيك بإستخدام سم ، حامض أيودو أسيتيك ، فإن العضلات تواصل إنقباضها)

٣ - ١٣ العضلات وحركات الجسم

أثناء الحركة ، كل زوج من العضلات المتقابلة يبدى إيقاعاً لنشاط متبادل . إذا إستخدم أكثر من مثل هذا الزوج ، فإن عملها يبدى تنابعا منتظماً . النموذج الأولى ، كما في ثعبان السلمك ، الثعبان ، أو أى حيوان اسطوائى ، عبارة عن سلسلة موجات من الانقباض تسرى متبادلة على امتداد كل جانب من الجسم . حركة الأطراف فى الأنواع الأرضية من الفقاريات والحشرات ، هى أيضاً متبادلة . فى الفقاريات الدنيا ، الحافز للحركة يأتي أساساً من الوسط ، وينظم بواسطة مراكز عصبية فى النخاع المستطيل ، ولكنه يتحرك بمخازن حسية من لأعين ، الأنف ، أو أية مستقبلات خاصة أخرى . فيما بين اللافقاريات مثل ديدان الأرض ، القشريات ، والحشرات ، إتلاف « المنح » لا يعوق جدداً النمط المعتاد للحركة الذى يعتمد على مؤثرات ناتجة من ملامسة الأرض أو أية أسطح أخرى .

٣ - ١٤ الأهداب والأسواط

بعض الزوائد الحركية بالخلايا (أنظر فقرة ٢ - ٥) تساعد على الحركة ، وعلى عمليات حيوية كثيرة فى أجسام الحيوانات. السوط هو زائدة نابضة تشبه الكرياج تنشأ من جيبية (بليفار وبلاست : حبيبة قاعدية) بداخل الخلية . حينما توجد زوائد قصيرة عديدة ، فهي تسمى أهداباً الأهداب تتحرك بواسطة جهاز ليفي أو عصبي حركي (فقرة ١٥ - ١٤) . صور المجهر الإلكتروني . توضح أن جميع الأسواط والأهداب لها نفس التركيب الداخلى . كلاهما يتركب من جسم قاعدى ، صفيحة قاعدية ، وساق رئيسية . فى قطاع عرضي ، نجد أن الساق بها ١١ خيطاً رفيعاً جداً ، أثنان منها فى المركز محاطة بتسعة خيوط مزدوجة . الأسواط توجد فى بعض الأوليات ، وفى الخلايا الطوقية للأسفنجيات ، وفى الخلايا الداخلية للهيدرا (فصل ١٥ ، ١٦) .

الأهداب الخارجية تحدث الحركة فى الأوليات الهدبية ، المشطيات ، الدوارات ، بعض الديدان المفلطحة ، والبرقات المائية لكثير من اللافقاريات . الأهداب تتواجد على اللوامس فى البرايزوزا (الحزازيات) ، بعض الديدان البحرية ، وبعض اللوامس ، وعلى السطح الخارجى لنجوم البحر ،

وعلى الخياشيم في الرخويات ذات المصريعين . والأهداب تبطن أجزاء من الممرات التنفسية والتناسلية في الفقاريات والأمعاء في الرخويات وديدان الأرض وميزاب التغذية (الأنندوستيل)، في الحلييات الدنيا ، وأعضاء الإخراج في كثير من اللافقاريات .

في الحيوانات عديدة الخلايا ، يفرز المخاط غالباً بواسطة خلايا غدية مجاورة لتلك التي تحمل الأهداب ، والمواد التي يتم جمعها بواسطة المخاط تدفع في إتجاه واحد بواسطة الحفقتان المستمر لكثير من الأهداب . والأهداب والمخاط يدفعان بالطعام إلى القم في شقائق النعمان ، وذوات المصراعين والبراغيوزوا ، والدقائق الغريبة التي يجمعها المخاط في الممرات التنفسية للفقاريات الأرضية تدفع إلى الخارج بفعل الأهداب . الأهداب في قنوات البيض والقنوات المنوية تساعد في حمل الخلايا الجنسية للخارج .

مراجعة

- ١ - ماهى وظائف البشرة ؟
- ٢ - ما هى أغشية الجسم لأمبيا ، دودة مفلطحة ، دودة أرضية ، حشرة ، وحيوان فقارى ؟ كيف تختلف البشرة فى الإنسان عن تلك فى الضفدع ؟
- ٣ - فى الفقاريات حيث يكون الهيكل المدعم داخليا ، كيف تتوقع أن يحدث نمو هيكلى ؟
- ٤ - قارن بين هيكل خارجى وهيكل داخلى . ما هى مميزات وعيوب كل منها ؟
- ٥ - لماذا لا تكون عظام الفقاريات صلبة كلية ، الأمر الذى يبدو أنه قد يضيف قوة أكبر ؟
- ٦ - ما هى علاقة الحبل الظهرى بالعمود الشوكى ؟ صف الأجزاء المتنوعة للفقرة .
- ٧ - قارن بين الأطراف الأمامية والخلفية للإنسان ، جزءاً بجزء . هل الأطراف غائبة كلية فى أية مجموعة فقارية ؟
- ٨ - على أساس بيوكيميائى ، كيف تنجز العضلات الحركة فى الحيوان ؟
- ٩ - من توضيح تجهيز العضلة على تسجيل حركات العضلات (كايو جراف) ، صف الاستجابة حينما تتسلم العضلة : منبهاً قصيراً ، عدة منبهات على فترات قصيرة تصاعدياً ؛ متكررة على امتداد فترة طويلة .
- ١٠ - كثير من اللافقاريات « شبيهة الديدان » لها فقط طبقات من العضلات فى جدار الجسم . يوجد عادة طبقتان على الأقل ، طبقة عرضية وأخرى طويلة . لماذا يلزم كلاهما للحصول على حركة متناسقة ؟ أى نوع من الحركة قد تتوقع إذا ما أزيلت الطبقة العرضية ؟

الفصل الرابع

الأجهزة الهضمية والأبيض

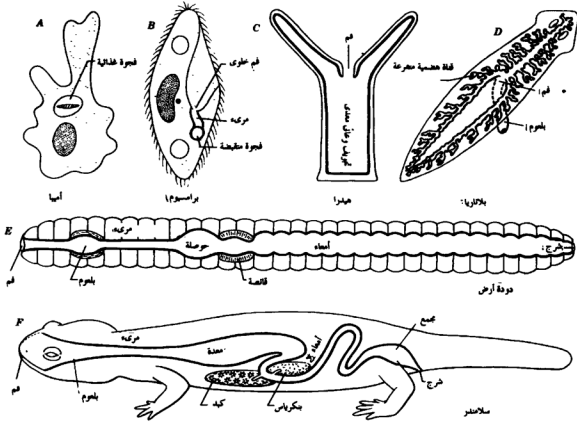
النباتات تبنى أنسجتها من مواد غير عضوية ، بعملية التمثيل الضوئي ، مستخدمة في ذلك الطاقة من الشمس (فقرات ١ - ٧ ، ١٢ - ١ ؛ شكل ١٢ - ١) . طعام الحيوانات يتم الحصول عليه بأكل النباتات أو الحيوانات الأخرى . وهو يؤدي غرضين ، وقد يمد الجسم بالطاقة ، ومصدر لمواد للنمو والإصلاح . بعد ما يتم الحصول على الطعام (التغذية) فإنه يتكسر إلى مواد كيميائية أبسط (هضم) ، ثم يؤخذ إلى خلايا وأنسجة الجسم (امتصاص) حيث يتم استخدامه (أبيض) .

٤ - ١ التغذية

تتباين الحيوانات كثيرا في عاداتها الغذائية . بعض الحشرات تتغذى على أنسجة وعصارات نوع واحد من النبات أو دم نوع واحد من الحيوان ، ولكن معظم الحيوانات تأخذ أنواعا متنوعة أو عديدة من الطعام . الماشية والغزلان والقوارض والحشرات ، التي تأكل أوراق و غصون النباتات ، تسمى آكلات العشب ، القطط والقروش وذباب اللحم وكثير من الحيوانات البحرية ، التي يتكون طعامها كلية أو في معظمه من حيوانات أخرى ، تسمى آكلات اللحم ؛ والإنسان والفقران وآخرون ، الذين يأكلون متنوع المواد الحيوانية والنباتية تسمى مغذيات عامة أو متنوعات الغذاء .

الرخويات ذات المصراعين ، والكويبودا القشرية ، وبعض الأسماك التي تتغذى على الدقائق الصغيرة ، حية أو ميتة ، مثل البلانكتون ، تسمى آكلات الدقائق . وعلى النقيض ؛ فإن معظم الحيوانات العليا ، بما فيها الإنسان ، التي تستخدم موادا أكبر تعرف بالمغذيات آكلة المواد الكبيرة . قليل من الحيوانات تتغذى على السوائل ، مثل البعوض الذى يمتص الدم ، والخنزير الذى يمتص العصارات النباتية .

الجهاز الهضمي في العديد من الحيوانات (شكل ٤ - ١) يختلف في الشكل العام ، والتفاصيل التركيبية ، والعمليات الفسيولوجية ، تبعاً لطبيعة الطعام ، وطريقة الحياة ، وعوامل أخرى . جميع طرق تناول الطعام واستخدامه متشابهة أساسا في أن موادا من الوسط الخارجى تصبح وثيقة التلامس مع الأسطح الغشائية الداخلية ، حيث يمكن أن يتم الهضم والامتصاص .



شكل ٤ - ١ : أنواع الأجهزة الهضمية في الحيوانات ؛ تخطيطي . (أ) الأميبا ، يدخل الطعام من أى مكان على سطح الخلية . (ب) (البرامسيوم ، بغم خلوى محدد . (الهيدرا لها فم وتحويف هضمى يشبه الكيس . (د) (البلاتاريا ، لها فم وقناة هضمية متفرعة ولكن لا يوجد شرج . (هـ) دورة الأرض ، لها قناة هضمية أنبوبية ذات أقسام متخصصة ، كاملة بغم وشرج طرفين . (و) حيوان فقارى ، له قناة كاملة وملعوبة جزئيا ذات أجزاء متخصصة وغدد هضمية، يوجد شرج عند قاعدة الذيل .

٤ - ٢ اللافقاريات

كثير من الأوليات ليست لها تركيبات ثابتة لتناول أو هضم الطعام . الأميبا تدفع إلى الخارج بفصوص من البروتوبلازم (أقدام كاذبة) عند أى جزء من جسمها وحيد الخلية لتحيط بنوع من الطعام ، يؤخذ هذا الطعام إلى تحويف غذائى مملوء بسائل يوجد بداخل السيتوبلازم ، حيث يتم الهضم (شكل ١٥ - ٤) . فى البرامسيوم والأوليات الهدبية الأخرى ، يوجد ميزاب فى خارجى دائم مبطن بأهداب نابضة يحمل دقائق الطعام إلى فم خلوى محدد ، ومنه تمر إلى فجوات غذائية حيث تهضم (شكل ١٥ - ١٢) . دفع الطعام نحو الفم فى تيار من الماء بواسطة الأهداب ، يتم فى حيوانات كثيرة من الأوليات حتى الحليبات الدنيا .

غذاء الأسفنجيات المجهرى تقتنصه وتهضمه خلايا طوقية سوطية ، تبطن بعض قنوات داخلية للحيوان ؛ وعلى ذلك فالهضم داخل الخلايا ، كما فى الأوليات . اللواسع لها فم محدد يؤدى إلى تجويف هضمى كيسى الشكل (وعائى هضمى) بداخل الجسم مبطن بطبقة نسيجية من خلايا هضمية خاصة (شكل ١٦ - ١٠) . الديدان المفلطحة (ماعدا الديدان الشريطية) يكون لها فم وقناة هضمية متفرعة ممتدة إلى جميع أجزاء الجسم (شكل ١٧ - ١) . فى كلتى المجموعتين الأخيرتين ، تكون القناة غير كاملة ، فى كون الطعام يدخل والباقيا غير المهضومة تخرج من نفس فتحة الفم . فى اللواسع والديدان المفلطحة ، الطعام الذى يدخل إلى القناة الهضمية ، يتم هضمه بواسطة أنزيمات تفرزها خلايا غدية فى البطانة الداخلية . ويعرف هذا الهضم خارج الخلايا ، الذى يتم فى تجويف هضمى ، كما يحدث فى جميع الحيوانات الأكثر رقا ، غير أن بعض الطعام المهضوم جزئيا ، يؤخذ إلى داخل الخلايا المبطنة للتجويف ، حيث يتم هضمه داخل الخلايا .

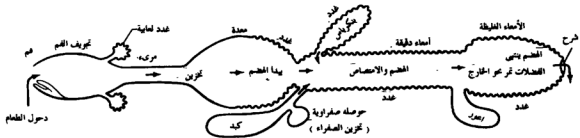
فى معظم اللافقاريات الأخرى ، القناة الهضمية تتكون أساساً من أنبوبة بداخل الجسم ، وهى تفتح للخارج (فم ، شرج) ومنفصلة عن تجاويف الجسم الداخلية بواسطة أغشية شبه منفذة . وتسمى قناة كاملة لأن الطعام يدخل من الفم ويمر خلال أعضاء متنوعة للتخزين أو الهضم ، أو الامتصاص وأية فضلات تمر للخارج عن طريق الشرج عند الطرف الآخر للجهاز . تختلف أجزاء القناة الهضمية فى التركيب فى الحيوانات التى تتبع مجموعات متنوعة (فصول ١٧ إلى ٢٢) ، ولكن الأسماء التى تطلق عليها تعطى بعض الدليل عن وظيفة كل جزء . مثلاً ، دودة الأرض ، لها فم يشفاه لحمية لتقبض على الطعام ، وبلعوم عضلى يمتص الطعام ويلينه بإفرازات مخاطية ، ومرى رفيع ليحمل الطعام نحو حوصلة متسعة للتخزين ، وقنصة عضلية الجدر حيث يطحن الطعام بمساعدة جزئيات من الرمل ، وأمعاء طويلة بتفرعات جانبية جيبية الشكل لتكون سطحاً كبيراً لإمتصاص الأجزاء المهضومة (شكل ٢٠ - ٢) البقايا غير المهضومة تمر خارج الشرج عند الطرف الخلفى للجسم . الفكوك والأسنان توجد فى فم بعض الديدان الحلقية الأخرى ، وفى الحبار والأخطبوط وفى قنائد البحر وكثير من مفصليات القدم . القدم فى جميع الرخويات فيما عدا ذات المصراعين ، له سفن (شكل ١٩ - ٣) يحمل كثيراً من الأسنان القرنية الدقيقة تساعد فى برء دقائق الطعام . أجزاء الفم فى مفصليات القدم تكون زوائد متحورة ؛ تلك التى فى الحشرات متحورة إما للمضغ أو الامتصاص (فصل ٢٢ ؛ جدول ٢٢ - ٢) .

٤ - ٣ الفقاريات^(١)

الجهاز الهضمى لكل حيوان فقارى ، تقريباً يشمل الأجزاء الأساسية التالية (أشكال ٤ - ٢ ، ٤ - ٣) : (١) الفم وتجويف الفم ، وعادة به الأسنان لإمساك وتمزيق ومضغ الطعام ، ولسان

(١) لمقارنة الجهاز الهضمى بأجهزة عضوية أخرى فى الطوائف المتنوعة من الفقاريات انظر الأوكال عن « التركيب العام » فى فصول ٢٤ - ٢٧ .

قد يساعد في الإمساك بالطعام أو تناوله ؛ في معظم الفقاريات الأرضية تفرز الغدد اللعابية اللعاب الذي يلين الطعام ويبدأ عملية الهضم . (٢) البلعوم يحتوى على فتحات خيشومية في الأسماك والبرمائيات المائية ، ولكن ليست له وظيفة هضمية مباشرة . (٣) المريء ، هو أنبوبة مرنة تحمل الطعام إلى ما بعد منطقة القلب والرئتين (٤) المعدة ، هي جيب كبير حيث يخزن الطعام ويحدث بعض الهضم (٥) الأمعاء الدقيقة ؛ أنبوبة طويلة رقيقة ، مثنية أو ملتوية ، وهي المنطقة الرئيسية للهضم والامتصاص (٦) الأمعاء الغليظة (القولون) ، هو الجزء الذي تنتهي فيه عملية الامتصاص ، بعض السيلولوز يهضم جزئياً بواسطة البكتيريا ، والبقايا غير المهضومة تتشكل في كتل (براز) للطرود من خلال المجمع (٧) الذي ينتهي بالشرج أو المنفذ (٨) المجمع يمثل أيضاً مخرجاً للفضلات الإخراجية ، والخلايا الجنسية في القروش ، والبرمائيات ، والزواحف ، والطيور ، غير أن تلك تمر من خلال فتحات منفصلة في معظم الثدييات . جميع الفقاريات لها غدتان هضمتان كبيرتان ؛ الكبد والبنكرياس ، متصلتان بالأمعاء الدقيقة عن طريق قنوات . وبصفة أساسية ، جميع الفقاريات تكون لها أسنان فيما عدا الطيور الحية والسلاحف المائية . وبالإضافة إلى ذلك ، هناك بعض أنواع قليلة لطوائف أخرى تكون عديدة الأسنان . الأسنان في بعض الأسماك والزواحف وفي معظم الثدييات ، تكون متحركة للثقب ، والتمزيق ، والسحق أو الطحن ، تبعاً لعادات التغذية (شكل ٢٧ - ٧) .



شكل ٢ - ٢ : رسم تخطيطي للتركيب والأنشطة في القناة الهضمية لحيوان فقاري . الخطوط المتوجة تين مناطق غدية .

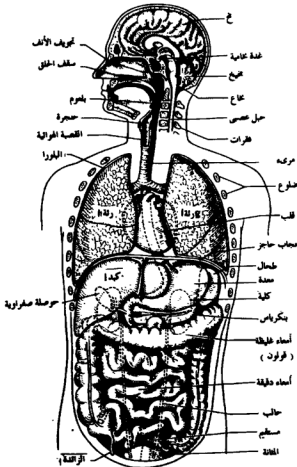
٤ - ٤ الغذاء والهضم

الأطعمة النباتية والحيوانية التي تتناولها الحيوانات تتكون من بروتينات ، وكربوهيدرات ، ودهون ، بجانب الفيتامينات ، والمعادن ، و الماء . الماء والأملاح غير العضوية يمكن أن تمتص من القناة الهضمية بدون تغيير ، ولكن المواد العضوية يجب أن يحدث فيها تغيير قبل الانتفاع بها . الجهاز الهضمي يعتبر « العمل » الذي تتم فيه هذه التغيرات .

عمليات الهضم ، والامتصاص ، والأبيض ، يمكن تشبيهها بالتناظر ، بمزيج من الأنبيبة الكبيرة والصغيرة (الطعام) ، التي تحول الأجزاء الخشبية إلى ألواح ، والرصاص إلى أنابيب وتجهيزات

أخرى ، (الهضم) . وكل جزء يجب أن يكون من هذا الحجم الذى يسمح له بالمرور من خلال سلسلة من الثقوب فى حائط كبير (إمتصاص) . على الجانب الآخر ، الأجزاء المتنوعة قد تختزن أو يعاد اتحادها فى تركيبات جديدة من أنواع مختلفة عن الأصلية ، والبعض يحترق ليعطى طاقة (إنتفاع) .

بعض الأطعمة تتعرض فقط لتغير كيميائى ، كما يحدث للكائنات المجهرية التى تتغذى عليها الأوليات والحيوانات الصغيرة الأخرى ، ولسوائل النباتات الممتصة بواسطة النحل والمن والدم الممتص بواسطة الديدان الطفيلية ، أو العلق أو الحشرات ، والفريسة الكبيرة التى تفترسها اللواسع ونجوم البحر . العديد من الحيوانات الأخرى تستخدم طعاما يجب أن يختزل فيزيائيا مثلما يمكن للهضم الكيميائى أن يتم بكفاءة . ويتم ذلك بواسطة الأسنان فى الفم أو فى مكان آخر (البلعوم فى بعض الأسماك ، والمعدة فى الجمبرى) وبواسطة الطحن فى القانصة فى ديدان الأرض أو الطيور . آكلات اللحم ، مثل القروش والأسماك الكبيرة ، والثعابين ، والصقور والبوم ، والقطط وغيرها ، تزرد طعامها كاملاً أو على أجزاء كبيرة ، ويتم إختزال الطعام فيزيائيا بواسطة حركات عضلية فى المعدة . الآسماك الأخرى والثدييات آكلة العشب التى تعيش على المواد النباتية ، تمضغ طعامها جيدا قبلما يتم هضمه .



شكل ٤ - ٣ : الجهاز الهضمى فى الإنسان والأعضاء الداخلية الأخرى . الثوب الكبير الذى يدعم الأعضاء فى مقدمة البطن مزاح ؛ الأعضاء التناسلية مخدوفة .

٤ - ٥ الأنزيمات الهضمية

عمليات الهضم تتضمن إختزالاً للمواد العضوية المعقدة في الطعام إلى جزيئات أبسط يمكنها أن تمر خلال خلايا الطلائية الهضمية لتدخل إلى سائل وخلايا الجسم . تتحلل البروتينات إلى أحماض أمينية ، والدهون إلى أحماض دهنية وجلسرين ، والكربوهيدرات إلى سكريات بسيطة (سكريات أحادية) مثل الجلوكوز. هذه التغيرات تؤدي بواسطة الأنزيمات الهضمية (فقرة ٢ - ٢٦) .

وبصفة عامة ، فإن تلك الأنزيمات تعمل فقط على البروتوبلازم الميت ، وهي غير قادرة على النفاذ إلى الخلايا الحية ، الأمر الذي به تتم حماية الطلائية الهضمية. وتنتج الأنزيمات بواسطة جميع الحيوانات من الأولويات حتى الثدييات ، غير أن نفس الأنواع أو الأعداد من الأنزيمات غير متواجد في كل نوع من الحيوانات . الطعام داخل الفجوة في الحيوان الأولي يمكن رؤيته وهو يتغير تدريجياً في الشكل والحجم أثناء تعامل الأنزيمات معه . يتغير التفاعل في الفجوة من حامضي إلى قلوي أثناء عملية التغير ، ويمكن إيضاح ذلك بواسطة أصباغ كشافه . السيتوبلازم ، على ذلك ، له القدرة على إفراز أنزيمات ومواد أيضاً يمكنها تغيير تفاعل الرقم الألدروجيني (PH) للسائل في الفجوة . في اللافقاريات الدنيا ، تفرز الأنزيمات بواسطة خلايا في بعض أو كل أجزاء القناة الهضمية ، ولكن في الحيوانات الأعلى ، فهي تفرز فقط بواسطة عدد أو خلايا في أجزاء معينة منها . في الفقاريات ، بعض الأنزيمات تنتج من الغدد اللعابية ، والبعض الآخر ينتج بانتظام في المعدة ، وفي الأمعاء الدقيقة ، وفي البنكرياس (شكل ٤ - ٨) .

٤ - ٦ العملية الهضمية في الإنسان

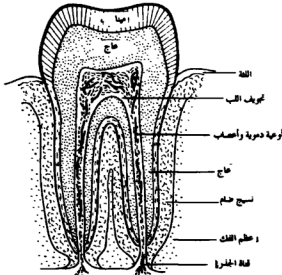
تناول الطعام في تجويف الفم يتم بفعل مشترك للشفاة واللسان والأسنان . الشفاة المرنة تكون حساسة للصفة الفيزيائية ، ودرجة الحرارة للطعام ولكن ليس للمذاق . اللسان ، باحتوائه على عضلات في ثلاثة مستويات لديه المقدرة على الحركة وتغيير الشكل ليمسك بالطعام . ترتكز فوق سطحه براعم التنوق (شكل ٩ - ٨) . الأسنان متخصصة في تقطيع الطعام وطحنه . (في العديد من الفقاريات الدنيا ، تقوم الأسنان في غياب شفاة مرنة ، بالإمساك بالطعام فقط ؛ أنظر فصول ٢٤ ، ٢٥) . من الناحية التركيبية تكون للسان طبقة مينا خارجية صلبة وحشو من عاج أكثر ليونة ، ولب حي مركزي ، مغذي بأوعية دموية وأعصاب. والجذر مستقر في تجويف من الفك (أشكال ٤ - ٢٧ ، ٨ - ٢٧ ، ٩ - ٢٧)

في تجويف الفم يلين الطعام بواسطة اللعاب المفرز من ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية ، تحت فكية ، تحت لسانية ، ونكفية (شكل ٤ - ٥ أ) . حوالى ١٠٠٠ سم^٣ من اللعاب ، يفرز يوميا ، ومعظمه عند الوجبات . الإفراز هو فعل إنعكاس (فقرة ٩ - ١٦) ، ويتم التنبيه عند تلوق الطعام أو حتى رؤيته أو شم رائحته ، ويؤدي ذلك إلى إسالة اللعاب . وفيما يبدو أن قوة المنبه مرتبطة بالمحتوى المائي للطعام - الحيز الجاف في الفم يسبب تدفق اللعاب بغزارة ، والحيز المبلل له تأثير أقل بكثير ، أما الماء فلا تأثير له على الإطلاق .

اللغاب يحتوى على بروتين المايوزين الذى يعمل كملين ، وأنزيم بتيالين (أميليز لعائى) ؛ وهذا الأخير يعمل فى الوسط القاعدى العادى للغم ، إذ يحلل النشا أولاً إلى دكسترين ثم إلى سكر ثنائى ، مالتوز (سكر شعير) . تأثير الأنزيم يكون أسرع على النشا المطبوخ ، ولكن الأفضل أن يكون قليلاً لأن الطعام يبقى بالغم لوقت قصير فقط . المضغ يساعد على هضم النشا نتيجة لتكسير الطعام ، وخلطه بالأنزيم ، وإطالة فترة تعرضه للبتيالين . النشا يتطلب ساعة تقريباً لهضمه . تأثير البتيالين يستمر مع كتلة الطعام فى المعدة حتى تتحللها العصارة المعدية الحامضية .

بعد ما يطحن ملى الغم من الطعام بواسطة الأسنان ويخلط باللغاب ، فإن اللسان ، بالفعل الإرادى ، يدفعه إلى الخلف فى البلعوم ، وهناك يضغظ عليه فى مضغعة مدججة . بقية عملية البلع تكون غير إرادية ، وتم بواسطة حركات انعكاسية متتابعة بشط النفس ، وترفع الحنجرة ، وتغلق فتحة المزمار . يرتفع سقف الحلق الرخو ليغلق تجويف الأنف . بمرور مضغعة الطعام نحو الخلف ، فإنها تضغظ على اللهاة حتى تتجه إلى أسفل لتغلق فتحة المزمار المغلقة ، ثم تفتح المضغعة العاصرة تحت البلعومية (شكل ٤ - ٥) . الفشل فى أى من هذه الانعكاسات اللاإرادية ، ينتج عنه « بلع بالطريقة الخاطئة » - إذ تدخل مضغعة الطعام فى فتحة المزمار ، ويحدث اختناق يتبعه سعال تشنجى يعمل على طرد هذه العقبة . الانتقال الطبيعى للمضغعة خلال المريء ينتج من موجة بطيئة من انقباض عضلى فى جذر المريء يسرى إلى أسفل حتى يمر الطعام من الصمام القوادى ويدخل المعدة .

جميع تحركات وعجن الطعام فى القناة الهضمية أسفل البلعوم ، تم بواسطة انقباض وارتخاء منتظم للمعضلات اللاإرادية ، الطويلة والعرضية ، فى جدار القناة . هذه العملية تسمى تقلصات تموجية . والحركة المتبادلة للمعضلات ، تؤدى إلى إتساع القناة فى مكان ثم ضيقها بعد ذلك . وفى المعدة ، الحركة المتبادلة تعمل على عجن الطعام وخلطه بالإفرازات . فى الأمعاء ، تستمر هذه الحركة لفترة طويلة ، وتعمل على تجزئة المحتويات ثم إعادة تجزئتها حتى يتم خلطها جيداً ، كما تدفع بالأجزاء الجديدة تجاه الجدار الداخلى ، وتحرك المحتويات ببطء فى الأمعاء .



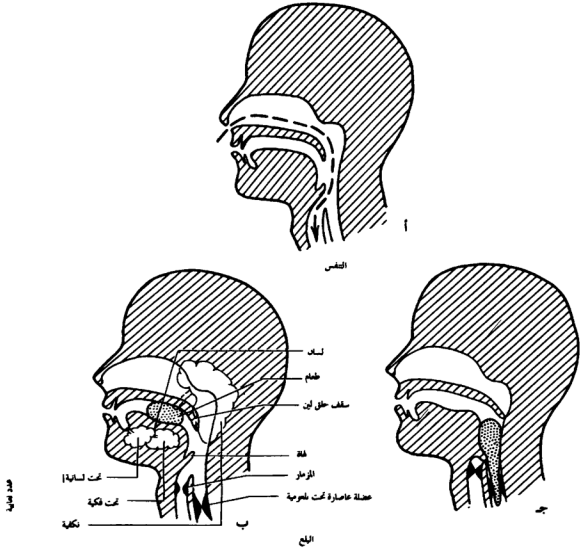
شكل ٤ - ٤ : قطاع مكر لسنة

الإنسان فى الفك . قارن مع شكل

٤ - ٧ المعدة

هذا التركيب هو حجرة تخزين تتسلم الطعام بعد كل وجبة . جدار المعدة السميك مكون من أربع طبقات : (١) المخاطية أو البطانة الداخلية مزودة بغدد عديدة ؛ (٢) تحت مخاطية ، شبكة من نسيج ضام تحتوى على أوعية دموية وللمفاوية وأعصاب ؛ (٣) العضلية وبها الحزم العرضية والطولية من الألياف العضلية الملساء ؛ (٤) المصلية ، أو الغطاء الخارجى وهو البريتون (شكل ٤ - ٦) .

هنا تعامل المحتويات فيزيائيا وكيميائيا ، ثم تمر إلى الأمعاء الدقيقة على دفعات صغيرة . يتم التخزين أساسا في الجزء العلوى (القاع) للمعدة ، ومعظم الحركة العضلية تحدث في الجزء الأوسط



شكل ٤ - ٥ : (أ) المرئ التفسي ، القصبة الهوائية مفتوحة . (ب،ج) مسار الطعام عند البلع - الحنجرة مرفوعة تجاه اللهاة مغلقة القصبة الهوائية .

(الفؤادى) . الجزء السفلى (البوابى) ينتهى بالصمام البوابى ، وتوجد عضلة دائرية عند الاتصال بالأعضاء . المعدة تقوم بدور هام لأن إفرازها له تأثير مطهر إذ يقضى على البكتيريا فى الطعام ، كما أنه يتم هضم جزئى بواسطة العصارة المعدية . ومع ذلك فإن الإزالة الجراحية للمعدة ليست بالضرورة مميتة للإنسان ، لأن الطعام يمكن أن يهضم تماماً فى الأمعاء .

الغدد المعدية فى جدار المعدة تفرز العصارة المعدية . وهذا يتم عن طريق انمكاسات لا إرادية تنشأ من شم أو تذوق الطعام بالإضافة إلى تأثير هورمون (جاسترين) . الإفرازات المعدية تشمل مايوزين ، الذى يلين أيضاً كتلة الطعام ، حامض هيدروكلوريك (حوالى ٠,٢ ٪) ، وأنزيمات . التفاعل الحامضى للعصارة المعدية (PH حوالى ١,٠) معروف جيداً من الخبرة غير المحبة للقيء . من الأنزيمات المعدية ، البسين يشطر البروتينات جزئياً (إلى ببتيدات عديدة مثل البروتينوزات والبيتونات) والرين يعمل على تحيىن كازين اللبن . من المحتمل وجود أنزيم ثالث ، الليباز المعدى ، وله تأثير بسيط على الدهون المستحلبة الشخص المتوسط يفرز ما يقدر بألفين إلى ثلاثة آلاف مليلتر من العصارة المعدية يومياً .

٤ - ٨ الأمعاء

الأمعاء الدقيقة عبارة عن أنبوبة ضيقة يبلغ طولها حوالى ٢٥ قدماً (٧,٦ متراً) . الجزء الأول وطوله ١٠ بوصة (٢٥,٤ سم) أو ما يقرب من ذلك هو الأثنى عشر ، الجزء الأوسط طويل وهو الصائم ، والباقي وطوله ٤ أو ٥ أقدام (١,٢ - ١,٥ م) هو اللفائفى . حينما يمر الطعام فى حالة شبه سائلة (كيموس) من خلال الصمام البوابى إلى الإثنى عشر فإنه ينبه الغدد الأنبوبية بالجدار عديد النشاي لتفرز العصارة المعدية (شكل ٤ - ٦) . هذا السائل يحتوى على ثلاثة أنزيمات محللة للكربوهيدرات :

مالتيز ، الذى يحول المالتوز إلى جلوكوز ؛ سوكريز ، الذى يحول السوكروز (سكر قصب) إلى جلوكوز وفركتوز ؛ ولاكتيز ، الذى يحلل اللاكتوز (سكر لبن) إلى جلوكوز وجلاكتوز ، ويحتوى السائل أيضاً على أميوز بيتيديز الذى يواصل هضم البروتينات .

الحامض (يد كل) فى الكيموس ، عند دخوله الأمعاء ، ينبه الخلايا فى الجدار لتطلق سكريتين من بروسكريتين (شكل ٤ - ٧) . وهذا عبارة عن هورمون يحمل فى مجرى الدم خلال القلب وإلى البنكرياس . هناك ، بعيداً عن تأثير الجهاز العصبى ، يحفز على إطلاق العصارة البنكرياسية الصفراء اللون الرائقة إلى داخل الأمعاء . الكربونات فى هذا السائل تعادل حامض الهيدروكلوريك فى الكيموس ، وبذلك تصبح المحتويات المعوية ذات تفاعل قلوئى ضعيف . الأنزيمات فى العصير البنكرياسى تشمل : تربسين ، كيمو تربسين ، كاربوكسى بيتيديز التى تحول البروتينات السليمة والمحللة جزئياً إلى أحماض أمينية ؛ ليباز ، الذى يحول الدهون إلى أحماض دهنية وجليسيرين ، وأميلوبسين ، الذى يحلل النشا إلى سكر مالتوز .

الأمعاء الغليظة ، أو القولون ، يعمل أساساً على التخلص من البقايا غير المهضومة وغير القابلة للهضم عن طريق المستقيم والشرج ، وعلى الحفاظ على الماء بواسطة الامتصاص من الطعام . بقايا الطعام ، والبكتيريا ، والمخاط ، والخلايا الميتة من الجدار المعوي تكون البراز الذى يطرد على فترات . البراز يتميز بلونه الذى يحصل عليه من أصباغ الصفراء (بيليروبين و بيليفردين) وهى نواتج تحلل الهيموجلوبين . الطعام عادة يمر من القم إلى نهاية الأمعاء الدقيقة فى حوالى $\frac{1}{4}$ ساعة ؛ ولكن البقايا قد تبقى فى القولون لوقت أطول ، قد يتجاوز ٢٤ ساعة . أثناء هذا الوقت ، يحدث كثير من التفاعل البكتيرى . البكتيريا التى أمكنها العيش فى حموضة المعدة تتكاثر بسرعة ، وبعضها يحدث تعفناً إلى حد ما ، وبالذات فى القولون ، حيث تنتج منتجات سامة متنوعة وغازات كريهة الرائحة . وتكون البكتيريا حوالى ٥٠٪ من الوزن الجاف للبراز . وتُمتص بعض المنتجات المختلفة بواسطة البكتيريا ، مثل الفيتامينات .

٤ - ٩ الامتصاص

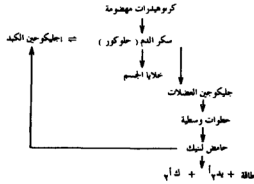
الأمعاء الدقيقة هى المنطقة الرئيسية للامتصاص ، العملية التى تنفى بالفرض من الهضم . المواد الكيميائية المستخلصة من الطعام تدخل الجسم الأصلى خلال الجدار المعوي ، وهناك تستخدم فى بناء أنسجة حية أو لإنتاج الطاقة . الجدار يعمل كغشاء شبه منفذ ، وسطحه الماص يزداد حوالى ٦٠٠ مرة بالمقارنة بأنبوبة ذات سطح منبسط ، وذلك نتيجة لوجود ثنيات فى المخاطية المعوية بالإضافة إلى ما يزيد عن ٤ مليون امتدادات دقيقة ، أو حملاط . تحمل الحملاط أيضاً امتدادات أصغر ، حملاط على سطح خلاياها الطلائية (شكل ٤ - ٦) . كل حملة تحتوى على شعيرات دموية ووعاء لبنى مركزى (شكل ٤ - ٦) . النواتج النهائية لهضم البروتين والكربوهيدرات (أحماض أمينية وسكريات بسيطة) تنتقل بصورة نشطة خلال خلايا المخاطية المعوية إلى الشعيرات الدموية المتصلة بالوريد الكبدى البانى ، حيث تُحمل إلى الكبد . النواتج النهائية لهضم الدهون تدخل الأوعية اللمبية ، التى تتصل بالجهاز الليمفاوى . الأوعية اللمفاوية من الأمعاء تتصل بغيرها من أماكن أخرى فى الجسم مكونة جذعاً كبيراً ، القناة الصدرية ، التى بالتالى تفتح فى الجهاز الوريدي بالقرب من القلب (فقرة ٥ - ١٠ شكل ٥ - ٦) .

٤ - ١٠ الأيض

حينما تتصل منتجات الهضم إلى أهدافها النهائية عن طريق الدم ، فإنها (١) تتحلل كيميائياً لتعطى طاقة (أبيض هدمى) ؛ (٢) تُبنى بروتوبلازماً جديداً (أبيض بنائى) ؛ (٣) تحتزن كجليكوجين - نشا حيوانى - أو كدهن تحتزن . البناء والهدم يجريان فى آن واحد فى كل خلية حية . والعلميتان توكوان فى حالة توازن ديناميكى ، حيث تسيطر إحداهما أو الأخرى فى فترات أو أماكن متباعدة (أشكال ٤ - ٨ ، ٤ - ١٠) .

الكبد يلعب دوراً هاماً في عملية الأبيض ، إذ يتسلم الجلوكوز القادم من الأمعاء عن طريق الدم محولاً إياه إلى جليكوجين . وهذا الجليكوجين (١) يخزن في الكبد للاستفادة منه بين الوجبات حينما يتحول إلى جلوكوز ؛ (٢) يُطلق في مجرى الدم تدريجياً للحفاظ على مستوى ثابت تقريباً من الجلوكوز (سكر الدم) حوالي ١,٠٪ ؛ (٣) يُحمل إلى كل أجزاء الجسم . مستوى سكر الدم ينظم بدرجة كبيرة بواسطة هومون الأنسولين ، الذي تكونه جزر لانجرهانز في البنكرياس (فصل ٨) . بعض من حامض اللينيك المنتج في العضلات يُنقل أيضاً بواسطة الدم إلى الكبد ، حيث يتحول إلى جليكوجين الكبد . وعلى ذلك ، فإنه توجد دورة ثابتة للكربوهيدرات بداخل الجسم (شكل ٤ - ٩) .

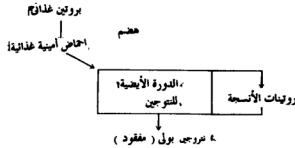
إذا أخذت كربوهيدرات بكثرة ، فإنه يمكن أن تتحول إلى دهون بخطوات عديدة - تحلل الجلوكوز إلى وحدتي كربون بسلسلة من التفاعلات (فقرة ٢ - ٣٢) يتبعها إعادة تخليق الأخيرة إلى أحماض دهنية وأخيراً إلى دهون . تتكون دهون أخرى من الأحماض الدهنية والجليسرين الممتصة في الأوعية الليمفية والتي تنتقل بواسطة الأوعية الليمفاوية . ويمكن أيضاً أن تتكون الدهون من الأحماض الأمينية بعد إزالة الشق الأميني (ن يد ٢) . مهما كان المصدر ، فإن الدهون تخزن في خلايا دهنية خاصة بين العضلات ، تحت الجلد ، وفي أماكن أخرى .



شكل ٤ - ٩ : مسارات الكربوهيدرات

الأبيض البنائي أو تكوين الأنسجة الجديدة ، هو أحد العمليات الهامة التي تتميز بها الكائنات الحية ، تلك العملية البنائية تعتبر لازمة لاستبدال الأنسجة القديمة للنمو وللثبات . وليست أقل أهمية عملية تكوين الإفرازات بواسطة الخلايا الحية . المواد الأساسية المستخدمة في التكوين هي البروتينات (فصل ٢) .

البروتين يكون في حالة ديناميكية في الجسم ، مصحوباً بتحول دائم في محتوى الأحماض الأمينية . هذه الدورة تكون من خلال « الدورة الأليضية » للنيتروجين ومن المعتقد أنها تتكون أولاً من أحماض أمينية . العلاقات بين المكونات المتنوعة هي كما يلي :



بسبب هذه الدورة يحتاج الحيوان إلى دخل نتروجيني مستمر . حينما يتساوى نتروجين الغذاء مع النتروجين المفقود مع البول ، يصبح الكائن الحي في حالة توازن نتروجيني ، أما إذا كان الفقد أكبر من الدخل ، فإنه يكون في حالة توازن سلبى ، ولكن إذا حدث العكس ، يكون في توازن إيجابى .

٤ - ١١ الاستفادة

النسبة المثوية للطعام المحتص فعلا إلى الكمية الكلية المتناولة تمثل دلالة لدرجة أو كفاءة الإستفادة . وذلك يتباين كثيرا معتمدا على تكوين مواد الطعام وعلى الاحتياجات الخاصة لكل نوع من الحيوان. اللحم والمواد الأخرى التى من أصل حيوانى يستفاد منها كلية تقريبا ، إذ يمتص ٩٥٪ أو أكثر . الأطعمة التى من مصادر نباتية تكون أقل كفاءة ، إذ تعتمد على الدرجة التى إليها يهضم كل نوع . الذئور تعطى طعاما صالحا للاستعمال أكثر من مواد الورقة أو الساق .

الحساب اليومى للدخل والخرج لكل مجموعة من المواد يبين أن جسم الحيوان يكون في حالة توازن أو يتراوح حول التوازن (شكل ٤ - ١٠) . احتياجات الجسم تكون كبيرة في الأفراد النامية أو في هؤلاء الذين يؤدون عملا يدويا شاقا بالمقارنة بالبالغين الذين في حالة أسترخاء . يمكن المحافظة على التوازن وذلك بالاستفادة المنتقاة لمواد متنوعة من الغذاء . إنه يحدث إختلال عند غياب أى عنصر أساسى لا يمكن تعويضه ، أو عندما يكون مجموع المواد الغذائية غير كاف للمتطلبات الدنيا للفرد . وعلى ذلك ، فإن الغذاء يجب أن يكون كافيا بالنسبة لنوعيته وكميته .

التحولات الأيضية للطعام في الجسم التى تعطى الطاقة تكون عبارة عن عملية أكسدة ، وهى تناظر عملية إحتراق الوقود ، ولكنها في الواقع أكثر تعقيدا من ذلك (فقرات ٢ - ٣١ ، ٢ - ٣٢) . حرارة الأحتراق لأى مركب تحسب بالسعر . في الأيض ، يستخدم الكيلو سعر ، الذى يسمى أيضا السعر الكبير : ١ كيلو سعر = ١٠٠٠ سعر ؛ ١ كيلو سعر (ك س) هو الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام (كج) واحد من الماء درجة واحدة مئوية (عند ١٥ م) . التجارب العملية توضح قيمة الوقود لجميع مواد الطعام الثلاث الرئيسية بالكيلو جرام ، لتكون كما على : كربوهيدرات ، ٤ ، ١ ؛ بروتين ، ٥ ، ٥ ؛ دهن ، ٩ ، ٣ . وعلى ذلك ، فإن الدهن له « قيمة وقودية » عالية في جسم الحيوان . كمية الطاقة اللازمة للحفاظ على الوظائف الحيوية لحيوان

ما تكون بصفة أساسية ثابتة ، وتسمى الأبيض المعيارى أو الأبيض الأساسى . ذلك هو المعدل الأبيض حينما يكون الكائن أثناء الراحة ، ولا يحدث هضم أو امتصاص للغذاء . لإنسان ذكر عمره ٢٥ عاماً ووزنه ١٥٥ رطلا (٧٠ كج) ، يكون المعدل الأبيض الأساسى حوالى كيلو سعر لكل كيلو جرام من وزن الجسم لكل ساعة عند ٣٧°م ، أو ١٧٠٠ ك س عن كل يوم [١٥٥ رطلاً أو (٧٠ كج) $\times 24 = 1680$] . فى فترة النشاط ، تكون احتياجات الطاقة اليومية ضعف المعدل الأساسى تقريباً . يعتمد المعدل إلى درجة كبيرة على فاعلية الغدة الدرقية (فصل ٨ ، ويمكن أن يتغير عند التغذية بخاصة الغدة الدرقية أو عند إزالة جزء من الغدة .

٤ - ١٢ أنواع الطعام

مما سبق يتضح أن كمية الطعام ليست المعيار الوحيد لأى غذاء ملائم . « الغذاء المتوازن » هو خليط من أطعمة محتوية على جميع المواد اللازمة للتكوين والنمو والحفاظة على الفرد . تأتى الكربوهيدرات ، والدهون ، والبروتينات فى المقام الأول ، علاوة على ذلك ، يجب أن تحتوى البروتينات على معظم أو جميع الأحماض الأمينية تمد الجسم بالمواد البنائية التى تخلق بروتيناته الخاصة .

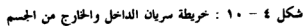
بعض المواد الإضافية ، كالعناصر غير العضوية (المعادن) والفيتامينات ، تكون أساسية فى الغذاء المتوازن . معظم الأغذية تحتوى على كميات مناسبة من هذه المواد ، وعليه فإن الاحتياج لها لم يكتشف إلا منذ سنوات حديثة . وقد أوضحت التجارب أن كميات ضئيلة من الحديد ، النحاس ، الزنك ، المنجنيز ، الكوبلت ، واليود ، تعتبر « كعناصر نادرة » لازمة للحيوانات ، وعدد من الفيتامينات (جدول ٤ - ١) تكون ضرورية للصحة العامة والنمو والتكاثر .

اليود يعتبر مثلاً لعنصر نادر أساسى . ومن المعروف منذ مئات السنين أن نقص اليود يسبب مرضاً يسمى الجُويتر ، وأعراضه انتفاخ فى منطقة الرقبة يشبه الورم . ونحن نعرف الآن أن الجُويتر ينتج من قصور وظيفى للغدة الدرقية ، إذ أنه فى غياب اليود ، لا يمكن أن تنتج الهرمون المنظم للأبيض الأساسى وهو الثيروكسين . اليود يكون ٦٥٪ من وزن جزيء الثيروكسين ، ولكنه لا يلزم أكثر من جزء واحد لكل مليون فى مجرى الدم ، لأن الغدة الدرقية يمكنها أن تجمع وتخزن اليود حتى يصل إلى المستوى اللازم . الكميات الضئيلة اللازمة من اليود تزود الآن عموماً ، فى المناطق التى لا يوجد فيها طبيعياً فى الطعام أو فى الماء ، وذلك عن طريق استخدام « ملح يود » .

وثمة مرض آخر هو الأنيميا ، يحدث بسبب نقص الحديد . معظم هذا العنصر (٦٦٪) يوجد فى هيموجلوبين الدم ؛ وهناك كميات إضافية من الحديد توجد فى الكبد والطحال ونخاع العظم ، حيث تتكون خلايا الدم الحمراء .

تعتبر الفيتامينات مواداً عضوية ، وهى غالباً من أصل نباتى ، تنظم الفيتامينات العديد من العمليات الحيوية فى أجسام الحيوانات . التأثيرات التى تحدثها تكون غير متناسبة مع الكميات اللازمة ؛ وعلى ذلك فإن إسهامها لا يكون بإعطاء الطاقة ولكن كمعامل مساعدة . من الواضح أن

عادات التغذية وبعض طرق تحضير الطعام يمكن أن تؤدي إلى نقص في الفيتامينات (أشكال ٤ - ١١ إلى ٤ - ١٤) . مرض الأسقربوط (نقص فيتامين ج) كان شائعاً في رحلات البحر الطويلة في القرون السابقة ؛ قبطانات البحر البريطانيون ، الذين تعلموا فيما بعد أن يحملوا معهم الموالح كغذاء مساعد لمنع الأسقربوط ، عرفوا « بأصحاب الموالح » البري بري (نقص فيتامين ب) هو مرض سائد بين الشعوب الشرقية الذين يعيشون إلى درجة كبيرة على الأرز المبشور ؛ البلاجرا يحدث بين الأشخاص الذين يعيشون على أغذية مكونة معظمها من الحبوب التي ينقصها النياسين .

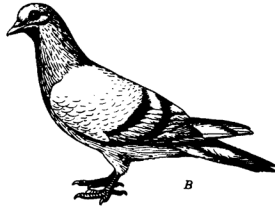
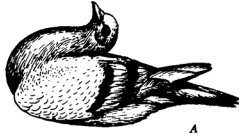


الماء والأملاح غير العضوية لازمة أيضا للغذاء ، حيث أنها عناصر لا غنى عنها في البروتوبلازم (فصل ٢) . الأنواع المائية تحصل على كليهما من بيئاتها . الأنواع الأرضية قد تحصل عليها جزئيا أو كلية مع طعامها ولكن الكثير منها تشرب لتحصل على كمية ملائمة من الماء . بعض الزواحف والثدييات الصحراوية لا يتوافر لديها الماء فيما عدا ما تحصل عليه من طعامها ، وهي لا تشرب حتى إذا قدم إليها الماء . كثير من الثدييات الصحروية تحافظ على محتواها المائي بأن تنشط ليلا فقط . التأكد المعتاد للغذاء في جميع الحيوانات يعطى « ماء الأبيض » ؛ للحشرات التي تعيش على الخشب أو الحبوب الجافة ، يعتبر هذا هو المصدر الرئيس للماء بالنسبة لها .

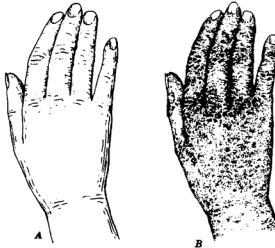
جدول ٤ - ١ : الفيتامينات وخصائصها

الاسم ، الرمز ، والتأثير الأساسي	المصادر الهامة	الوظائف الفسيولوجية	نتيجة النقص أو الغياب (في الإنسان ما عدا المين)
أ (ك. يد. ٣. أ) مضاد لجفاف العين (يذوب في الدهون)	النوع البات (كاروتين ، ك. يد. ٥٥) في الأوراق الخضراء ، الجزر .. إلخ . في الكبد يصبح نوعاً حيوانياً ، في زيت كبد السمك ، صفار البيض ، اللين	يحافظ على سلامة الطبقة الطلائية والشعيرات . يلزم لتجديد الأرجوان البري في شبكة العين	جفاف العين قرنية جافة ، لا يوجد إفراز دمي . . العمى الليلي ، عاتق الطيور
ب ، مركب ه (يذوب في الماء) ب أو ثيامين (ك. يد. ١٧٧ أ ن ك ب)	الخميرة ، بادرة الحبوب ، وبالأخص القمح ، الفول السوداني والحبوب البقلية الأخرى ، مخ البيض ، الكبد ، لحم الخنزير الأحمر	يلزم لعمليات تحلل الجلوكوز في أبيض الكربوهيدرات (يمت	برى برى (في الغذاء الفنى بالأرز المشور) ، فقدان الشهية ، نقص الحركة
مضاد عصي		غو الجندر في النباتات)	العضمية ، إيقاف النمو ، الالتهاب العصبي الشديد في الطيور (شكل ٤ - ١١) .
ريوفلافين (ك. يد. ٢. ١٧ ن)	الأوراق الخضراء ، اللين ، البيض ، الكبد ، الخميرة	يلزم في جهاز السيتر كوم مثل المجموعة الإصاحفية للأنزيمات	كيلوزيس (تشقق زاويا القم) ، الكبد الأصفر ، في الكلاب ، الأصعب الجعد ، في الكتكات ، الكباركت .
حامض نيكوتيك أوتياسين (ك. يد. ٢. ١٧ ن) مضاد للجلاجرا	الأوراق الخضراء ، لب القمح ، مخ البيض ، اللحم ، الكبد ،	يكون المجموعة الشطة للأنزيمات الفعالة في نفاعلات إزالة الإيدروجين	الجلاجرا في الإنسان (شكل ٤ - ١٢) ، القرود ، الحمازير ، اللسان الأسود في الكلاب ، البيروزي في الطيور

حامض فريك (ك ١٩٤ يد ٩١ ن ٧)	الأوراق الخضراء ، فول الصويا ، الحميرة ، مح البيض	لا غنى عنه لتكوين خلايا الدم الحمراء وبعض تقلات الكربون	أنيميا وإسهال في الإنسان ، نحو بطيء وأنيميا في الكنايك والفقران
بيروكسيد (ب ٦) (ك ٨ يد ١٢٧ ن ٣)	الحميرة ، عسل ، الحبوب ، اللبن ، الكبد	يلزم في تفاعلات الأحماض الأمينية	الأنيميا في الكلاب والحنازير التهاب الجلد في الفقران ، الشلل في الحنازير ، الفقران ، والكنايك .
حامض بانتولييك (ك ٩ يد ١٧٧ ن ٥)	الحميرة ، عسل القصب ، فول سوداني ، مح البيض ، لبن ، كبد	يكون ، الأنزيم المساعد أ في تفاعلات الكولين وفي دورة كريس	التهاب الجلد في الكنايك والفقران ، القرو الرمادي في الفقران السوداء ، خلط الأوزة في الحنازير .
بيولين (ك ١٠ يد ١٦٦ ن ٣ ن ٣ كب)	الحميرة ، الحبوب ، عسل القصب ، مح البيض ، الخضروات ، الفواكه الطازجة .	يعمل في تثبيت ك أ وتخليق الأحماض الدهنية	التهاب الجلد والجلد السيلك في الفقران والكنايك ، بيروزي في الطيور
١٢٣ (ك ١٣٧ يد ٩٠ ن ٤ أ ٩٤ ف ك أ)	الكبد ، الأسماك ، اللحوم ، اللبن ، مح البيض	يلزم في التخليق البيولوجي للمجاميع المبيلة وفي أيض الأحماض الأمينية ؛ تكوين خلايا الدم	أنيميا عينية ؛ نحو بطيء وشلل في الحنازير الصغيرة ؛ مسبب للهرزال في الحيوانات البحرية .
جـ أو حامض أسكوريك (ك ٦ يد ٩٦ ن ٦)	فواكه الموالح ؛ الطماطم ، معظم الحيوانات تنتج ثيامين جـ (ما عدا الثدييات الرئيسية وحنازير غينيا)	يحافظ على سلامة جدر الشعيرات ؛ يستخدم في تكوين المادة اللاصقة بين الخلايا	الأسقربوط (نزيف في الأغشية المخاطية ، تحت الجلد ، وفي المفاصل) ، في الإنسان (شكل ٤ - ١٣) وفي حنازير غينيا
د (ك ٢٨ يد ٤٤ أ) مضاد للكساح (يذوب في الدهن)	زيوت كبد السمك (تونا ، سمك القد) ؛ الإشعاع فوق البنفسجي	ينظم أيض الكلسيوم والفسفور ، يلزم في الحمو الطبيعي للعظام	الكساح في الصغار (العظام لينة ، سهلة الكسر ؛ غالبا مشوهة ، شكل ٤ - ١٤) ، لين العظام .
هـ أو توكوفيرول (ك ٢٩ يد ٥٠ أ) مضاد للغم (يذوب في الدهن)	الأوراق الخضراء ، زيت بادرة القمح ، دهنيات الخضروات الأخرى	نشاط مضاد للأكسدة	الغم في الطيور الذكرية والفقران ؛ موت الأجنة ؛ شلل الرضيع ، والتغذية الناقصة للعصلات في الصغار .
ك (ك ٣١ يد ٤٦ أ) مضاد للزيف (يذوب في الدهن)	الأوراق الخضراء ، وأينما في بعض بكتيريا الأعضاء	إنتاج الهورمونات في الكبد ، اللازم لتجلط الدم .	الدم لا يمكنه التجلط



شكل ٤ - ١١ : نقص فيتامين ب_١ - التهاب الأعصاب . (أ) حمامة أطعمت ١٢ إلى ٢٤ يوما على أرز مصقول يفقر إلى فيتامين ب_١ (ب) بعض الطيور ، عادية تماما ، بعد ساعات قليلة من تسليم مركز أو طعام غني في محوى ب_١ (عن هاريس ، الفيتامينات ، ج ، أ تشرشل محدودة)



شكل ٤ - ١٢ : بلاجرا (أ) يد طبيعية . (ب) يد شخص يعيش على غذاء يفقد إلى نياسين فيتامين ب مركب : الجلد يسمك ، ينسلخ ، يتشقق ، ويكثر فيه الصغ (عن هاريس ، فيتامينات ج ، أ تشرشل ، محدودة) .

٤ - ١٣ عمليات هضمية أخرى

توجد اختلافات كثيرة في العمليات الهضمية وآلياتها فيما بين الحيوانات . في كثير من الطيور وبعض اللافقاريات ، يتسع الطرف السفلي من المريء مكونا حوصلة للتخزين المؤقت للطعام . معظم الطيور أيضا لها معدة من جزئين ؛ جزء رفيع غدى لين وهو المعدة الحقيقية ، وقانصة أكبر حجما ذات جدر سميكة عضلية ، مطبنة بإفراز صلب ، حيث يطحن الطعام بواسطة حبيبات رملية تبتلع لهذا الغرض . الماشية والغزلان وبعض الثدييات التي تمضغ الطعام المعاد من المعدة إلى القم (المجتررة) لها معدة من خمس حجرات : الثلاثة الأولى هي أجزاء متخصصة ولها بطانات خشنة قرنية حيث يكشط الطعام ويعامل بالبكتيريا (شكل ٢٧ - ١٠) . القوارص والخيل وبعض آكلات العشب الأخرى لها أعور كبير رقيق الجدر عند اتصال الأمعاء الدقيقة والغليظة ؛ يوجد بعض الهضم البكتيري للسليولوز في هذه الحجرة . الإنسان له أعور قصير (شكل ٤ - ٣) ، تتصل به الزائدة الدودية وهذه الأخيرة ليس لها وظيفة مفيدة معروفة ، وقد تصاب وتحتاج إلى إزالة جراحية .

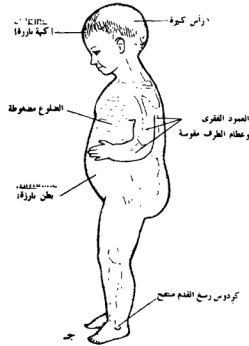
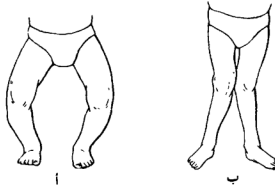


شكل ٤ - ١٣ : الأسقربوط ، من نقص فينا مين ج (أ) لثة طبيعية لشخص يتسلم تغذية مناسبة من فيتامين ج في الليمون ، عصير الطعام... الخ . (ب) لثة لأسقربوط حاد ، منتفخة ومنزفة .

الكائنات الدقيقة لا غنى عنها في هضم السليولوز بواسطة بعض الثمل الأبيض وقليل من اللافقاريات آكلة الخشب . إذا ما أزيلت البكتيريا والأوليات الموجودة عادة في الجهاز الهضمي للنمل الأبيض (تعرضها للدرجة حرارة عالية) ، فإن الحشرة تموت جوعا لأنها لا تستطيع إنتاج أنزيمات لهضم السليولوز في غذائها من الخشب . الحيوانات التي تمتص الدم يكون لها عادة معدة مانعة للتجلط خاصة في اللعب ، تعمل الدم في حالة سيولة أثناء عملية الأمتصاص . في الحشرات الحرشفية وأقاربها ، التي تمتص السوائل النباتية ، الجزء الطرفي من الأمعاء ينثنى للخلف على شكل أنشودة تتلام مع جيب متسع من المريء ، تلك « الحجرة المرشحة » تتخلص من الماء الزائد الموجود في المواد الغذائية ذات التركيز المنخفض جدا .

قليل من الحيوانات تهضم طعامها جزئيا خارج الجسم ، الحيوان الأولي فامبيرولا يفرز أنزيمات ، سيليوليز ، يذيب الجدر الخلوية لطحلب السيروجيرا ، الذي يتغذى عليه . بعض أنواع نجم البحر قد

تخرج معدتها لتغلف وتضمضم فريسة كبيرة . يرقا بعض الخنافس (ديديسكس ، لا ميرس .. الخ) تحقن بروتينيز في فريستها - أوى ذنبيه ، والزاقات والقواقع - وتبدأ في هضم أجزاء من هذه الحيوانات ثم تبتلع هذا الغذاء الملين بعد ذلك .



شكل ٤ - ١٤ : كساح الأطفال . نتيجة لنقص فيتامين د في الغذاء . (أ ، ب) تشوهات الأرجل . (ج) تشوهات أخرى ، ليس من الضروري ظهورها كلها في نفس الشخص (عن هاريس ، فيتامينات ، ج ، ا ، تشرشل ، محدودة)

مراجعة

- ١ - لماذا تحتاج الحيوانات إلى الطعام باستمرار ؟
- ٢ - قارن بين الهضم داخل الخلايا والهضم خارج الخلايا ؛ وأيضاً بين جهاز هضمي كامل وغير كامل .
- ٣ - ما هو الغرض من القناة الهضمية ، وما هي عملياتها الرئيسية ؟
- ٤ - كيف تعمل الأنزيمات ؟
- ٥ - لماذا يمكن لإنسان أو فرس أن يشرب من جدول حيناً يكون الفم منخفضاً عن الجسم ؟
- ٦ - إذا ما فُشلت المعدة في إفراز حامض هيدروكلوريك ، فأية أنزيمات وأنواع من الطعام تتأثر وكيف ؟
- ٧ - أية أسس فيزيائية هامة تدل عليها الحملات في الأمعاء الدقيقة ؟
- ٨ - بماذا تفسر أن كثيراً من الأنزيمات اللازمة للهضم تنتج في أعضاء منفصلة (البنكرياس ، الكبد) ؟ ألم يكن من السهل جعل المعدة والأمعاء تنتجان كل الأنزيمات الضرورية ؟
- ٩ - بين الوسائل التي بواسطتها يحافظ الحيوان على مستوى ثابت من السكر في الدم .
- ١٠ - أشرح التأثيرات التي قد تنتج عن إزالة المعدة ؛ والكبد ؛ والبنكرياس جراحياً .
- ١١ - اذكر بعض العناصر النادرة في غذاء الإنسان ؟ ماذا يحدث عند نقصها ؟
- ١٢ - فقط فيتامين ١ ، د تخزن في الجسم ، ومن الواضح أنها تكون سامة فقط في الكميات الكبيرة . ماذا يوحي هذا لك عن الفيتامينات الأخرى ؟
- ١٣ - تتبع سير جزيء من الكربوهيدرات من فم الإنسان حتى وصوله إلى عضلة إرادية ، أذكر أسم كل عضو أو تركيب يمر فيه ، وصف التحولات الكيميائية التي يجتازها ؛ أذكر الأنزيمات المستخدمة في الأماكن الملائمة . أفلن نفس الشيء للدهن والبروتين .
- ١٤ - ماذا يقصد بالتعبير « الحالة الديناميكية للبروتين في الجسم » ؟

الفصل الخامس

الأجهزة الدورية

عمليات الحياة لحيوان ما تحتاج أن يكون الطعام والأكسجين متاحين للأبيض في جميع أجزاء جسمه ، وأن الفضلات تراح فوراً . في الأوليات ، هذه التبادلات تساعد بواسطة الحركات الجارية للستوبلازم بداخل الجسم وحيد الخلية ، وفي الأنواع البسيطة عديدة الخلايا ، تحدث التبادل عن طريق الانتشار بين خلايا البشرة وأجزاء الجسم المجاورة . الحيوانات الأكثر تعقيداً ، ذات الأعضاء والأنسجة المعزولة جيداً عن الخارج أو المعى ، لها جهاز دورى للنقل الداخلى (شكل ٥ - ١) . وأجزاؤه الأساسية هي (١) الدم ، مكوناً من سائل البلازما وخلايا حرة أو كرات الدم ؛ (٢) القلب (أو تركيب مكافئ له) بجدر عضلية تنقبض دورياً لتضخ الدم خلال الجسم ؛ (٣) جهاز من أوعية دموية أنبوبية خلالها يتحرك الدم . الجهاز مقفل في الديدان الحلقوية ، خيار البحر ، الرأسمديات ، الحلقيات ، والفقاريات ، حيث تنقل الأوعية الدم من القلب في دوائر متعددة خلال الأنسجة وتعود به نحو القلب . كثير من الرخويات وجميع مفصليات القدم لها جهاز مفتوح (فجوى) ، حيث يدفع الدم من القلب خلال أوعية دموية للأعضاء المتنوعة ولكنه يعود جزئياً أو كلياً خلال تجاويف في الجسم (تجويف دموى) إلى القلب .

٥ - ١ اللافقاريات

الأسفنجيات، اللاسعات ، المشطيات ، الديدان المفلطة ، والبراغيون ليس لها جهاز دورى . وهو بسيط التكوين فقط في الديدان الشريطية ، البراكيبودات والفورونيدات ، ولكنه أكثر تطوراً في الرخويات ، الحلقيات ، ومفصليات القدم . في كثير من شعب اللافقاريات ، يعمل السائل السيلومى كجهاز دورى . بلازما الدم عديمة اللون في بعض اللافقاريات ؛ في الأخرى ، تكون ملونة بواسطة صبغات تنفسية مذابة تحمل الأكسجين (أنظر فصل ٦) . البلازما الحمراء في ديدان الأرض وبعض يرقات الحشرات (مثلاً ، كيرونومس) تحتوى على مادة تشبه الهيمو جلوبيين ، إرثرو كروين ؛ وفي الدم ، الأزرق ؛ لكثير من الرخويات والقشريات ، يوجد هيموسيانين . دم اللافقاريات يحتوى على عدد محدود من كرات أميبية أو خلايا دم بيضاء .

قلب اللافقاريات يقع في الجهة الظاهرية للقناة الهضمية ، ما عدا في ديدان الأرض التي لها خمسة أزواج من القلوب الجانبية . في معظم الرخويات ، يكون القلب قصيرا ، ويقع بداخل كيس تامورى رقيق ، ويتكون من أذين واحد أو أذنين رقيقى الجدر ، تتسلم الدم من الجسم وتنقله إلى بطين واحد عضلى الجدار . ينقبض الأخير ليدفع الدم خلال الأوعية ، أو الشرايين ، التي توزعة إلى الأعضاء المتنوعة (شكل ١٩ - ٧) .

الحشرات وكثير من مفصليات القدم الأخرى لها قلب كأنبوبة ضيقة بفتحات جانبية (ثغور) مرتبة عقليا ، تتسلم الدم من تجاويف الجسم ، وتضخه خلال أورطى وسطى للأعضاء والأنسجة (أشكال ٢١ - ٤ ، ٢٢ - ٤) . دودة الأرض لها عدة أوعية تمتد بطول الجسم ، مع أوعية موصلة عرضية مزدوجة في معظم قطع الجسم . ينتج الدوران بواسطة انقباض الوعاء الظهري الوسطى وبواسطة خمسة أزواج من القلوب تقع بعيدة للأمام في الجسم (شكل ٢٠ - ٢) .

٥ - ٢ دم الفقريات

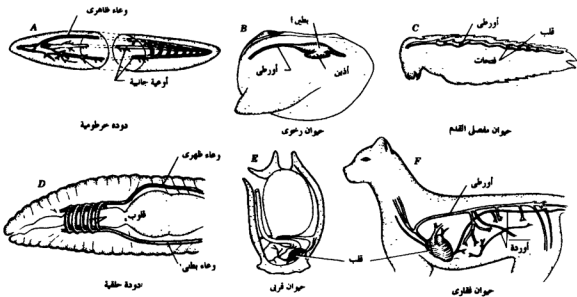
في جميع الفقريات ، يشمل الدم (١) بلازما عديمة اللون تقريبا ؛ (٢) خلايا دم بيضاء بأنواع عديدة ؛ (٣) خلايا حمراء ملونة بالهيموجلوبين الذى تحتويه ، الذى يعمل على نقل الأكسجين ؛ (٤) خلايا صغيرة (صفائح أو خلايا جلطية) (شكل ٥ - ٢) . تحمل البلازما أغذية منأبة فضلات إفرازات داخلية ، وبعض الغازات . بلازما دم الإنسان تتكون من حوالى ٩٢٪ ماء بالإضافة إلى بروتينات ومركبات عضوية أخرى وحوالى ٩٪ أملاح غير عضوية ، أساسا كلوريد الصوديوم ؛ في حالة الصحة ، تختلف هذه النسب ولكن بدرجة بسيطة . السائل الملحي الفسيولوجى المحتوى على نفس الأنواع والكميات من هذه الأملاح يمكن أن يستخدم لتخفيف الدم بدون إتلاف الكرات . الذكر المتوسط (١٥٥ رطلا أو ٧٠ كج) يحتوى على ٥ إلى ٦ كوارت (لتر تقريبا) من الدم حوالى ٦٠٪ منه بلازما .

٥ - ٣ كريات الدم الحمراء

الخلايا الحمراء لها أنوية في كل الفقريات تقريبا ما عدا الثدييات حيث تكون عديمة النواة ، مقعرة الوجهين ومستديرة (بيضية في الجمال) غير أن خلايا الثدييات الحمراء يكون لها أنوية أثناء النمو . الخلايا الحمراء في الإنسان تبلغ في مجموعها ٣٠ تريليون (3×10^{12}) ؛ كل خلية قد تعيش إلى ١٢٠ يوما وتعمل ٥٠ ألف دورة في مجرى الدم . الخلايا الحمراء أكثر عددا في الأطفال وفي الأشخاص الذين يعيشون عند مرتفعات عالية ؛ كما أن أعدادها تتغير في بعض الأمراض فتختزل في حالة الأنيميا . الخلايا الحمراء تنتج أساسا في نخاع العظام الأحمر ، ويخزن غالبا إمداد زائد منها في الطحال . الخلايا القديمة تتحطم أساسا في الطحال ، ومنه يمر أكثر الهيموجلوبين إلى الكبد ؛ يخرج صبغه في الصفراء أما محتواه الحديدى فيعود معظمه إلى النخاع .

٥ - ٤ كريات الدم البيضاء

الأنواع المتعددة من كريات الدم البيضاء لها أنشطتها الرئيسية في الأنسجة ، وتلك التي ترى في مجرى الدم ليست سوى جزء من مرور عابر في طريقها من منشئها في النخاع ، الطحال أو التركيبات الليمفاوية إلى الأنسجة أو إلى موتها. الخلايا الليمفاوية ، بنواة واحدة مستديرة ، هي الأكثر شيوعاً في الأوعية الليمفاوية وفي العقد الليمفاوية على امتداد تلك الأوعية ؛ الخلايا المحبة (كريات متعادلة ، كريات قاعدية ، كريات حمضية التفاعل) بالأوعية المفصصة ، توجد في مجرى الدم وأيضاً حول الأنسجة . العمر المقرر لخلية بيضاء هو ١٢ إلى ١٣ يوماً . معظم الخلايا البيضاء من كلى النوعين يمكنها أن تؤدي حركات أميبية ويمكنها أن تزحف بين الطلائية الداخلية التي تبطن الشعيرات الدموية إلى أماكن بين خلايا الأنسجة . هناك يمكن لكثير منها أن تعمل كخلايا ملتهمة لتحمي الجسم بواسطة التهام البكتيريا التي تغزو الجروح . في حالة إصابة حادة ، مثل التهاب الرائدة الدودية أو التهاب الرئوى فإن الكريات المتعادلة والخلايا الليمفاوية الصغيرة تزداد بشكل ملحوظ ؛ عدد الكرات البيضاء الكلى سوف يرتفع عن المعتاد (٥,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠) إلى ٢٠,٠٠٠ أو



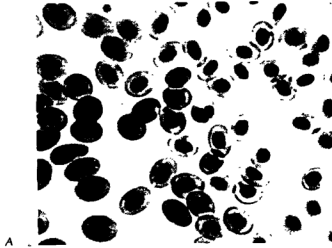
شكل ٥ - ١ : أنواع من الأجهزة الدورية في الحيوانات . (أ) (دودة حشرية) ، أوعية بسيطة ظهرية وجانبية بطول الجسم ذات وصلات عرضية . (ب) حيوان رخوى (ذو مصراعين) ، قلب ظهري بأذين (واحد أو اثنين) وبطين ، أورطى أمامى وخلفى ، يعود الدم خلال تجاويف الجسم (تجويف دموى) - جهاز مفتوح . (ج) حيوان مفصل القدم (حشرة) ، قلب أقبوى ظهري وأورطى ، يعود الدم خلال تجاويف الجسم (تجويف دموى) - جهاز مفتوح . (د) حيوان حلقى (دودة أرض) ، أوعية ظهرية وبطنية (وأخرى) مع وصلات عرضية - جهاز مغلق . (هـ) حيوان قرى (زق مجرى) ، قلب وأوعية أورطية ، الأوعية قائمة ؛ يتعكس سريان الدم . (و) حيوان فقاري (ثديى) ، قلب ذو غرف ، أورطى محدد ، شرايين ، وأوردة ، بوصلات مع أعضاء التنفس - جهاز مغلق .

٣٠,٠٠٠ في كل ملليمتر مكعب لتكافح الإصابة . الصديد الأبيض لمنطقة مصابة يتكون من خلايا بيضاء ميتة ، خلايا أنسجة ، ومصل الدم .

صفائح الدم أو الخلايا الجلطية هي عنصر غامض من الدم ولكن لا غنى عنه . فهي قرصية الشكل تقريبا ، أصغر بكثير من الخلايا الحمراء ، وبدون أنوية . حينما يصاب وعاء دموي ، فإن صفائح الدم تتجمع وتحلل ، مطلقة ثرومبولاستين الذي يحفز عملية التجلط .

٥ - ٥ وظائف الدم

يؤدي الدم العديد من الوظائف لأجزاء الجسم العديدة البعض منها قد ذكر سابقا ، ولكن جميعها قد يذكر هنا لتبين أهمية هذا الوسط السائل الدائر . يقوم الدم بحمل (١) الأكسجين وثنائي أكسيد



A



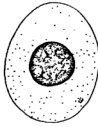
خلية لمفاوية



خلية صليوية



خلية دم حمراء



كروية كبيرة



كروية متوسطة



كروية لقاعدية الأسطوان



كروية حبيبية الناعلة

شكل ٥ - ٢ : (أ) خلايا الدم في الضفدع ؛ العديد من الخلايا الحمراء ، قليل من الخلايا البيضاء (صورة خلايا حقيقية . (ب) خلايا الدم في الضفدع (رسم تخطيطي)

الكربون بين الأعضاء التنفسية وأنسجة الجسم (فقرات ٦ - ٨ ، ٦ - ٩) ؛ (٢) الماء والأطعمة المهضومة من القناة الهضمية للأعضاء الأخرى (فقرة ٤ - ١٠) ؛ (٣) الأطعمة المختزنة من عضو أو نسيج إلى آخر حسب الحاجة (فقرة ٤ - ١٠) ؛ (٤) الفضلات العضوية ، المعادن الزائدة المذابة ، والماء إلى الأعضاء الإخراجية (فقرة ٧ - ٣) ؛ (٥) الهرمونات من المناسل حيث تنتج إلى أماكن استخدامها (فصل ٨) بجانب وظائف النقل المتنوعة هذه ، ينظم الدم أيضا PH الأنسجة في حدود ضيقة بواسطة منظمات مثل الفوسفات والكربونات ؛ الدم قلوئى ضعيف وله PH ثابتة نسبيا عند ٧,٤. يقوم بدور هام جدافى التوازن المائى بين الأنسجة والتركيبات الأخرى فهو يفعل ذلك بمعدل معين بحيث أن محتوى الماء في الدم لا يتغير بدرجة محسوسة في الفرد العادى . في الطيور والثدييات ذات « الدم الحار » ، يعمل الدم ، بالتوزيع التفاضلى بين الأعضاء الداخلية وسطح الجسم على الحفاظ على درجة حرارة الجسم كله في حدود ضيقة . أخيرا ، الدم هو وسيلة دفاعية ضد الكائنات الغريبة ، وعلى ذلك له دور رئيس في الحفاظ على الصحة العادية ومقاومة تأثيرات الإصابة .

٥ - ٦ التجلط

حينما يقطع وعاء دموى ، فإن الدم الصادر عنه يوقف في الحال بواسطة جلطة وقائية في خلال ثوان ، لتلتصق صفائح دموية بأطراف القطع وتكون سدادة . الرمو بلاستين ، وهو في الحقيقة عدة مواد ، ينطلق من الأنسجة المصابة ومن الصفائح الدموية المتحللة ، ويتكون من عوامل موجودة في بلازما الدم . بالاتحاد مع أيونات الكالسيوم الموجودة دائما في البلازما ، فإن الرمو بلاستين يؤثر على بروتامين ، أيضاً في الدم يمتزج ثرومين . وهذا الأخير يحول بروتين الدم الذائب ، فيبرينوجين ، إلى فيبرين الذى يصبح كتلة من ألياف دقيقة متشابكة مع كرات الدم مكونة جلطة . السائل المتخلف من الجلطة هو مصل الدم . وثمة مادة أخرى ، الهيبارين ، تمنع تكون الترمين في الدم الذى يسرى في المعتاد بداخل الأوعية الدموية . النقصان في عدد صفائح الدم يطيل وقت التجلط . الدم المسحوب لعمليات نقل الدم ، أو في الاستخدام المعمل ، يحفظ من التجلط بإضافة سترات الصوديوم التى تجعل أيونات الكالسيوم غير متاحة . في بعض الأشخاص الذكور المعروفون « بالنارزين » ، يتأخر التجلط طويلا أو يفشل ؛ قطع عميق أو خلع سنة قد يتسبب في الوفاة نتيجة فقدان الدم (نزف) . هذه الحالة تسببها مرض وراثى مرتبط بالجنس (هيموفيليا) منقول بواسطة الإناث ولكنه ظاهر فقط في الذكور ؛ بين الإناث ، هؤلاء فقط متجانسون لأردواج للنقص يعانون من المرض .

٥ - ٧ الأجسام المضادة

حينما يدخل « بروتين غريب » (أى ليس طبيعيا في الجسم) في دم حيوان ، فإن مادة وقائية خاصة ، جسم مضاد ، يتكون عادة في نسيج ليفاوى . وعلى ذلك حينما يحقن في حمامة جرعة

صغيرة (أقل من الميتة) من سم الحية ذات الجرس ، فإن بلازما الطائر ، بعد عدة أيام ، سوف تحوى أجسام مضادة قادرة على معادلة جرعة أكبر من السم . فالسم قد يعمل كمولد للمضاد ، إذ يحث بعض الأنسجة أن تنتج جسما مضادا الذى يحمل أساسا فى بلازما الدم . البكتيريا والكائنات الأخرى قد تعمل كمولدات للمضاد . الأجسام المضادة قد توقف نشاط بعض الفيروسات ، تعادل السموم البكتيرية ، وتساعد على الالتئام بتغيرات على أسطح الميكروبات . الشفاء من أى مرض سببه جرثومى يعزى إلى إنتاج أجسام مضادة ، تمنح عادة درجة من المناعة مؤقتة أو دائمة لإصابة أخرى للكائن نفسه . الإنسان والحيوانات الأليفة أصبحت الآن لديها مناعة لبعض الأمراض بواسطة حقن الكائنات الميتة أو الضعيفة (لقاح) لمرض معين أو مصل ذى مناعة (مضاد للسم) من حصان أو حيوان آخر قد حقن سلفا . الأمثلة هى لقاحات للجدرى وحمى التيفود ومضادات السموم للدفتيريا ، تيتانوس ولدغ النعاب .

جدول ٥ - ١ : المميزات العادية لخلايا دم الإنسان

نوع الخلايا ومتوسط العدد في التركيب : اللون : الصبغ	كل مليون مكعب من الدم	رايت للدم : القطر (μm) المصدر	الوظيفة
خلايا الدم الحمراء	عديّة الأنوية مستديرة ، مقعرة الطلائية المطية للشعيرات في	٥,٠٠٠,٠٠٠ (في الذكور) ٤,٥٠٠,٠٠٠ (في الإناث)	نقل الأكسجين وتبقي في الأوعية الدموية
خلايا الدم البيضاء	عديّة اللون أثناء الحياة، النواة القصية متصلة بمخيطه تصنع أرجوانيا داكنا ، السيولازوم محبب ، أزرق فاتح ، ١٠ - ١٢	١٠,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠	أمية : يمكنها ترك الأوعية الدموية ودخول الأنسجة
١ - خلايا محبة :	عديّة اللون أثناء الحياة، النواة القصية متصلة بمخيطه تصنع أرجوانيا داكنا ، السيولازوم محبب ، أزرق فاتح ، ١٠ - ١٢	١٠,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠	تقاوم الإصابة
أ) كريات متعادلة	الحبيبات تصبغ ضعيفا	٦٥ إلى ٧٥٪	تحمي ضد الغزو البكتيري
ب) كريات إيوسينية	الحبيبات قليلة (حمراء)	٥ إلى ١٠٪	تستجيب للالتهابات
ج) كريات قاعدية	الحبيبات كبيرة ، أزرق غامق	٠.٥٪	وظائفها غير معروفة
٢ - خلايا ليفاوية :	النواة وحيدة ، كبيرة ، مستديرة ، زرقاء غامقة ، سيولازوم خنيل ، أزرقا رائق ؛ ٦ إلى ١٠	٢٠ إلى ٢٥٪	غير متحركة ؛ تنتج أجساما مضادة
٣ - كريات كبيرة	النواة وحيدة ، كبيرة ، مستديرة ، زرقاء غامقة ، سيولازوم كثير ؛ أزرق عكر ؛ ١٢ إلى ١٥	٢ إلى ٦٪	متحركة جدا ، ملتهمة
صفائح الدم :	صغيرة ، كاسرة ، لا توجد نواة ؛ أزرق غامق إلى أرجواني	٢٥٠,٠٠٠ إلى ١٥٠,٠٠٠ (٤٠٠,٠٠٠)	تعد مادة لازمة في الجلطة

* صبغ يحوي على نوعين من الصبغ ، أزرق الميثيلين وأيوسين ، مع يكرينونات الصوديوم وكحول ميثيل .

٥ - ٨ فصائل الدم في الإنسان :

إذا ما خلطت خلايا الدم الحمراء من شخص بيلازما الدم لفرد آخر ، تبقى الخلايا منفصلة في بعض الحالات ، ولكنها تصبح متجمعة ، أو ملتصقة في البعض الآخر . يعتبر هذا أمراً ذا أهمية عملية كبيرة حينما يبحث عن دم من يعطى سليم لينقل إلى أوردة شخص مريض أو مجروح ؛ فإذا ما حدث تجمع لكرات الدم ، فإن الشخص قد يموت بدلاً من إسعافه . دم المعطى والمريض يجب أن يكون « متطابقاً » . الاختبارات العديدة بينت أنه يوجد نوعان من مولدات المضادات (مولدات الإلتصاق) تسمى B, A في الخلايا الحمراء للأشخاص المختلفين ، وتحتوى البلازما على نوعين من الأجسام المضادة (المصقات) تسمى a (مضاد B) و b (مضاد A) . توجد أربع فصائل للدم بين البشر : فصيلة O ، بها أجسام مضادة b, a ولكن ليس بها مولدات المضادات ؛ فصيلة A ، جسم مضاد b مولد مضاد A ؛ فصيلة B ، جسم مضاد a ، ومولد مضاد B وفصيلة AB ، مولد مضاد B, A ولكن ليس بها أجسام مضادة . نتائج اختلاط خلايا فصيلة ما مع بلازما فصيلة أخرى ملخصه في جدول ٥ - ٢ . خصائص فصائل الدم موروثة وتبقى ثابتة طوال الحياة . الدم في القرود الشبيهة بالإنسان بشبه واحداً أو آخر من فصائل الدم في الإنسان ؛ القرود والتدييات الدنيا لديها أيضاً فصائل دم ، ولكنها ليست مطابقة لتلك في الإنسان . مولدات مضادات أخرى (N, M) موجودة في الخلايا الحمراء للإنسان . وتلك تسبب في وجود ثلاثة أنواع من الدم : تلك التي بمولدات المضادات M فقط ، أخرى بمولدات N فقط ، وثالثة بكليتي المولدين . لا يحدث تجمع حينما تخلط هذه .

البلازما الجافة المعقمة ، بدون كرات دموية ، تستخدم الآن بتوسع في نقل الدم . وتبقى صالحة بصفة دائمة تحت ظروف جوية متنوعة ، تحتاج فقط أن تخلط بماء معقم قبل الحقن ، ولا تسبب أية مشكلة للإلتصاق .

جدول ٥ - ٢ : نتائج خلط خلايا ومصل لفصائل دم الإنسان

		فصيلة الدم			
		O	A	B	AB
		مولدات المضادات			
		في الخلايا الحمراء			
فصيلة الدم	O	لا يوجد	A	B	AB
	A	+	-	+	+
	B	-	+	-	+
	AB	-	-	-	-

مطابق ، لا يحدث التصاق
غير مطابق ، يحدث إلتصاق

٥ - ٩ عامل Rh

حوالى ٨٥٪ من الرجل الأبيض لديهم مولد مضاد آخر في خلايا دهمهم الحمراء ، ويعرف دهمهم Rh^+ (Rh موجب) ؛ وهؤلاء الذين يفتقرون إلى هذه المادة يسمون Rh^- (Rh سالب) ، الفرق بينهما ينتج من الوراثة . إذا ما نقل بصفة متكررة دم Rh^+ إلى فرد Rh^- ، فإن مضاد المولدات يحدث إنتاج مولد الملصق المضاد Rh . ويسمى هذا تحسينا متساويا ، حيث أن كل مولد المضادات (Rh) والجسم المضاد (مضاد Rh) يوجدان في نفس النوع .

شخص Rh^- عندما يستقبل دما من معطى Rh^+ لا يبدى أى تفاعل أولا ، ولكنه فيما بعد يصبح متساويا التحصين ؛ إذا ما نقل للمريض بعد ذلك دم Rh^+ يحدث تفاعل خطير ، عادة مميت . للمصقات المضادة Rh تسبب تكسر كرات الدم المنقول Rh^+

الأم Rh^- التى تحمل جنينا Rh^+ (الذى تسلم العامل Rh^+ من الأب) قد تصبح محصنة بواسطة كرات الدم الحمراء الجنينية ذات Rh^+ التى تدخل دورة الأم . ثم في حمل ثان أو فيما بعد ، فإن الملصقات المضادة Rh للأم تعبر المشيمة ، تدخل البورة الجنينية ، وتكسر خلايا الدم الحمراء للجنين ، عادة تؤدي إلى نتائج مميتة . هذا المرض (تكسير كرات الدم الحمراء في الجنين أو المولود الجديد) يتسبب عادة في فقدان حالة حمل من كل ٥٠ بين النساء البيض في الولايات المتحدة . ونادرا ما يتكون المرض مع الطفل الأول . إذا ما اكتشف عدم تطابق Rh الأم والجنين قبل مولد الطفل الأول ، فإن الأم يمكن إعطاؤها مصل بعد الولادة في الحال ، الذى يحطم مولدات المضادات Rh الجنينية ، وعليه نحى الطفل التالى بمنع تكوين أجسام مضادة Rh للأم .

٥ - ١٠ الجهاز الليمفاوى

ضمن أنسجة الجسم ، يوجد سائل ملاصق للخلايا الفردية والشعيرات الدموية ، يعرف بالسائل النسيجي أو الليمف . أساسا هو عبارة عن رشح البلازما ، سائل ينشأ من تسيل أو رشح للماء مع مواد مذابة من خلال جدر الشعيرات الليمف . يلعب دورا حيويا في النقل بين الخلايا ، في الانتشار ، وفي المناعة . وهو في الأصل بين خلوى ، غير أنه قد يعود إلى الدم خلال الجهاز الليمفاوى . بين الخلايا في جميع الأنسجة توجد قنوات دقيقة حيث يتجمع سائل . تلك القنوات تتجمع لتكون أوعية الليمفاوية رقيقة الجدر لها صمامات . معظم الأوعية الليمفاوية رقيقة لدرجة أنها لا ترى في التحضيرات التشريحية . وتصير أكبر في الصدر وهناك تتحد لتكون القناة الصدرية ، التى تفتح في الجهاز الوريدي قرب القلب (شكل ٥ - ٥) . الجهاز الليمفاوى يحمل سائلا في إتجاه واحد فقط ، من الأنسجة إلى الدم والقلب . يتحرك السائل بواسطة فعل التدليك للمضلات على الأوعية الليمفاوية وبواسطة تغيرات الضغط الصدرى للتنفس . وتمنع الصمامات عودة السائل . الجهاز الليمفاوى هو المسار الأساسى الذى عن طريقة تصل الدهون ، الممتصة من الأمعاء ، إلى مجرى الدم . وتوجد عدة عقد ليمفاوية مبعثرة على طول الجهاز ، وبجانب إنتاج الخلايا الليمفاوية ، تحمى العقد الجسم من

الإصابة بكتاثات الأمراض المعترسة .

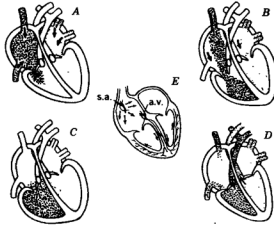
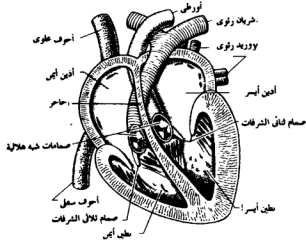
الطحال جزء من الجهاز الليمفاوى والدورى ، قادر على العمل كمخزن ليضم جس أو ثلث الدم كله ؛ وهو يعمل على تنظيم حجم الدم فى أى مكان فى الدورة .بالإضافة إلى ذلك ، ينتج الطحال خلايا بيضاء (خلايا ليمفاوية) ويحطم الخلايا الحمراء القديمة .

٥ - ١١ القلب

الجهاز الدورى الكلى فى أى حيوان فقارى يتكون من القلب ، الأوعية الدموية (الشرايين الصغيرة ، الشعيرات ، والأوردة) ، والقنوات الليمفاوية والعقد (شكل ٥ - ٥) . القلب يتركب من سلسلة من الحجرات يجدر عضلية بسيطة أو سمكية ، تتسلم الدم من الأوردة وتضخه خلال الشرايين . فى القلب ذى الحجرتين للأسمك (أدين وبطين) ، الدم المار خلال القلب غير مؤكسج . البرمائيات ومعظم الزواحف لها أذنان يتسلمان الدم من الجسم والرئتين بالترتيب ، وبطين واحد ؛ التماسيح لها قلب من أربع حجرات . فى الطيور والثدييات ، القلب ذو الحجرات الأربع (أذنان ، وبطينان) ، هو فى الواقع تركيب مزدوج ، الحانب الأيمن يضخ فقط من الجسم إلى الرئتين ، والجانب الأيسر من الرئتين إلى الجسم (أشكال ٥ - ٣ ، ١٣ - ٣) .

عمل القلب يكون تحت توجيه عصى لا إردى ، ولكن القلب سوف يستمر فى التنفس بعد ما انقطع كل الاتصالات العصبية تحرييا . الاستقلال المميز لعضلة القلب قد يوضح عن طريق إزالة القلب من حيوان برمائى ، وتعليقه فى محلول ملحي فيسيولوجى (٠.٧ ٪ ص كل) ، حيث تستمر الانقباضات المنتظمة لمدة تصل إلى عدة أيام . التنظيم الأولى لضربات القلب يكون بواسطة مجموعات من خلايا قلبية متخصصة . منظم الضربات (عقدة أذينية جيبية فى جدار الأذين الأيمن) يبدأ منه انقباض الأذنين بعد ثوان قصيرة ، ينبه مركزا ثانيا (عقدة بطينية أذينية ، فى الحاجز بين الأذنين) ، الذى بدوره يؤثر على حزمة هس فى جدر البطينين ليبدأ الانقباض هناك .

إن تنابع عمل القلب فى الإنسان يكون كما يلى (شكل ٥ - ٣ إلى ٥ د) : أولا يمتلئ الأذين وينقبض ، ثم يمتلئ البطين وينقبض . حينما يبدأ البطينان فى لانقباض ، تغلق الصمامات ثنائية وثلاثية الشرفات المؤدية للأذنين نتيجة لزيادة ضغط الدم . الصمامات نصف الهلالية لا تبقى مغلقة ؛ وعليه فالدم يقف فى جميع الاتجاهات ويزداد ضغطه . حينما يتجاوز الضغط فى البطين ذلك الذى فى الشرايين ، تفتح الصمامات نصف الهلالية ، ويتدفق الدم فى الجهاز الشريانى . الفترات القصيرة التى خلالها تمتلئ الحجرات ، تمد عضلة القلب بالراحة الوحيدة خلال الحياة . قلب الإنسان فى الشخص البالغ العدى الهادئ ينقبض أو ينبض ٧٢ مرة فى الدقيقة ؛ ويزداد المعدل بالتمرينات ، الاثارة العاطفية ، وبعض الأمراض . فى بعض الطيور والثدييات الصغيرة ، ينبض القلب ٢٠٠ إلى ٤٠٠ كل دقيقة . حيث أن الدم يتحرك من القلب فى سلسلة من التدفقات ، فإنه يمكن الاحساس به كنبض فى شريان معرض مثل ذلك الذى فى المعصم أو الصدغ . ويكون النبض فى أقوى مداه حينما



شكل ٥ - ٣ فوق . قلب الثدييات (الإنسان) مفتوح في مستوى جيبى ، منظر بطنى - أسفل طريقة عمله (أ - د) تين الأسهم ممرات سريان الدم.النقط السمكة : دم غير مؤكسج ، النقط الدقيقة ، دم مؤكسج (أ) الأذيان مملتان من الأوردة . (ب) الدم يدخل البطينين المرتخين . (ج) الأذيان منقبضان ؛ الصمامات متغلقة . (د) البطينان منقبضان ، يدفع الدم إلى الأورطي والشرايين الرئوية . (هـ) مكان العقد الجيب أذينية (ج . أ) والأذين بطينية (أ . ب) - تين الأسهم انتشار التنظيم . الأورطي والشريان الرئوي يخرجان في الحقيقة من الجانب الظهرى (المؤخرة) ، ولكنهما موضحان هنا عل أنهما يساعدان في تبع سريان الدم . (معدل عن بستر وتيلور ، جسم الإنسان ووظائفه ، هزى هولت وشركاه ، محدودة)

ينقبض القلب (انقباض : سيستول) وفي أضعفه حيناً يمتلئ (إنبساط : دياستول) وينخفض عند مسافات بعيدة عن القلب ، نتيجة الفقدان الاحتكاكى ، وبالأخص في الشرايين الصغيرة ، وسريان العودة في الأوردة يكون سلساً عملياً . الضغوط النموذجية للإنسان بالمليمتر من الزئبق هي الشرايين . ٨٠/١٢ : (انقباض/انبساطى) ؛ الشعيرات ١٠/٣٠ ؛ الأوردة ١٠/صفر .

٥ - ١٢ الأوعية الدموية

الشرايين هي أوعية دموية (شكل ٥ - ٤) تحمل الدم بعيدا عن القلب . وهي مبطنه بطلائية ملساء شفافة ولها جدر قوية تحتوى على خلايا عضلية ملساء وألياف نسيج ضام للمحافظة على ضغط الدم الناتج من انقباضات القلب . الشرايين تتفرع ثانية وثانية إلى أوعية أصغر بالتتابع ، ذات جدر أرق ، تمتد إلى جميع أجزاء الجسم . الشرايين الدقيقة تتصل بالشعيرات المجهرية ، التى لها جدر مكونة فقط من طلائية داخلية ومنتشرة بكثافة حول خلايا الأنسجة للجسم . هنا يتم توزيع الطعام والأكسجين من خلال جدر الشعيرات ، بعض البلازما والكرات البيضاء تترك الدم ، وكلا ثانى أكسيد الكربون والفضلات الأخرى تنتقل إلى الدم . تتصل الشعيرات لتكون أوردة صغيرة ، وتلك بدورها تتحد فى أوردة أكبر ، تحمل الدم تجاه القلب أو إليه . تركيب الأوردة أساسا يشبه ذلك فى الشرايين ، غير أن الجدر أرق ، وبها عضلات ونسيج ضام أقل ، حيث أن ضغط الدم فى الأوردة يكون أقل منه فى الشرايين . يختلف الشرايين ، فإن الأوردة تنطوى حينما تكون فارغة . جدر جميع الأوعية الدموية مرنة وتسيطر على أليافها العضلية ألياف عصبية محركة للأوعية الدموية ، مسببة إتساع أو انقباض الشرايين الصغيرة ، وبذلك تتغير كمية الدم المار لأى عضو . الأوردة مزودة بسلسلة من الصمامات التى تساعد على المحافظة على تدفق الدم ثانية إلى القلب . الدم فى الإنسان يساعد على تنظيم درجة حرارة الجسم بواسطة تنظيم فقدان الحرارة . الحرارة الزائدة تعمل من خلال مركز عصبى فى النخاع ليسمح باتساع الأوعية الدموية السطحية فى الجلد حيث يمكن أن تفقد الحرارة ؛ القشعرية تنتج من انقباض مثل هذه الأوعية . فى حالة القلب المستريح ، يكون معدل تدفق الدم فى الثانية ٣٠٠ إلى ٥٠٠ سم فى الشرايين الكبيرة ؛ ٠,٥ سم فى الشعيرات .



شكل ٥ - ٤ : تركيب الأوعية الدموية (ليست بالحجم الطبيعى) الشريان به طبقة عضلية أسمك من تلك التى للوريد ، والوريد عادة أكبر من الشريان مثله . جدار الشعيرة يتكون من طلائية داخلية فقط .

٥ - ١٣ دورة الدم في الفقاريات

مسارات دورة الدم متشابهة في الأساس بين جميع الفقاريات ، ولكنها تختلف في التفاصيل اعتماداً على تعقيد القلب (واحد أو اثنين من الأذين ومن البطين) ، حالة الجهاز الكلى الباقى (لا يوجد بعد البرمائيات) ، ونوع التنفس (خياشيم أو رئات) (أنظر شكل ٥ - ٥) . دورة الدم في الإنسان أول من وضعها هو وليام هارفى (١٥٧٨ - ١٦٥٧) ، وهو فيزيائى إنجليزى فى مطلع القرن السابع عشر (فقرة ١ - ١١) .

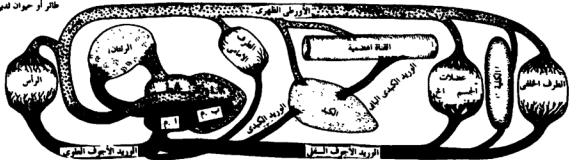
فى الإنسان ، مسار الدورة هو أساساً كما يلى : الدم الواصل من الأجزاء المتنوعة للجسم يمر فى أوردة جوفاء أمامية وخلفية ليدخل الأذين الأيمن ؛ يتدفق الدم خلال الصمام ثلاثى الشرفات (شكل ٥ - ٣) إلى البطين الأيمن ومنه ، نتيجة لانقباض قوى لعضلة القلب يمر خلال الصمام نصف الهلالى والشريان الرئوى إلى الرئتين .

فى الرئتين ، يمر الدم خلال شعيرات صغيرة عديدة فى أغشية تغلف الحويصلات الهوائية (شكل ٦ - ٤ ج) ، حيث يعاد أكسجته (شكل ٥ - ٦) ويتخلص مما به من ثانى أكسيد الكربون (أنظر فقرة ٦ - ٩) . من ثم يتدفق الدم إلى أوعية أكبر وإلى الأوردة الرئوية التى تفتح فى الأذين الأيسر . من خلال الصمام ثنائى الشرفات ، يصل الدم إلى البطين الأيسر ، حيث يدفع بواسطة انقباض عضلى قوى فى الأورطى ، أكبر وعاء فى الجسم ودى أقوى جدار .

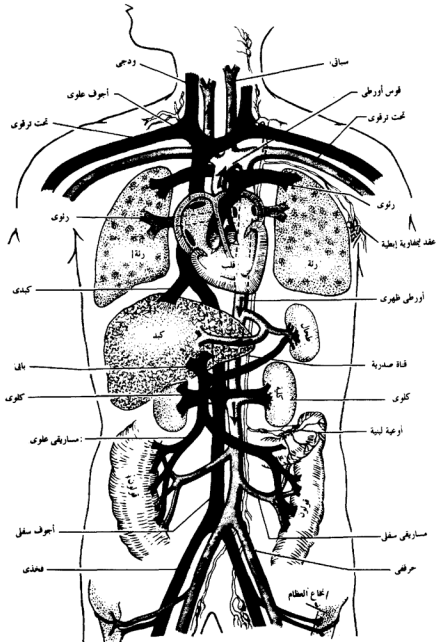
ينقسم الأورطى إلى عدة شرايين كبيرة ، التى بدورها تنفرع ثم تنفرع ثانية لتغذى جميع أجزاء الجسم. ينتقل الدم فى الشرايين ومنها إلى شرايين مجهرية ومن ثم إلى شعيرات غير عضلية فى الأنسجة . الانتشار خلال جدر الشعيرات والنقل النشط هى وسائل تبادل الماء ، الغازات ، الأملاح والمواد العضوية المذابة بين الدم والخلايا المكونة للجسم .

المسار المباشر للدم عند عودته للقلب يكون خلال الجزء الجهازى من الجهاز الوريدى . الشعيرات تتحد لتكون أوردة صغيرة ، وتلك تندمج لتكون أوردة ، فى النهاية تتجمع فى الوريدين الكبيرين ، الأوجف الأمامى والأوجف الخلفى .

طائر أو حيوان لدمى



شكل ٥ - ٥ : دوران الدم فى الطيور والثدييات . تبنى الأسهم مسارات دم . المناطق المظلمة ، دم غير مؤكسج ؛ المناطق الشاحبة ، دم مؤكسج .



شكل ٥ - ٦ : الأوعية الدموية الرئيسية للجهاز الدورى فى الإنسان بالنسبة للأعضاء الداخلية ، المعدة ، الأمعاء الدقيقة ، الخاف ، والأعضاء التناسلية منحرفة . تين الأسهم مسارات الدم . الأوردة تنقل الدمون عليها البيانات على الجانب الأيسر ، الشرايين غير منقطه ومدون يمينها على الجانب الأيمن . من الأوعية الدموية ، تحمل الشرايين (الداكنة) الدم إلى الرئتين ، والأوردة (الشاحبة) تعيد الدم المؤكسج إلى القلب . القفاه الصدرية من الجهاز اللمفاوى وقيل من العقد اللمفاوية موضحة (غير مظللة)

بالإضافة إلى الدورة الكاملة السابق شرحها توجد ممرات جانبية حيوية عديدة. الدم الشرياني في البطن يدخل جهازاً من شعيرات تبطن جدر المعدة والأمعاء ، حيث يمتص الطعام المهضوم ؛ ثم يمر الدم في الوريد الباقى إلى الكبد . هناك ينتشر خلال جهاز آخر من الشعيرات ، حيث قد تحتزن مواد الطعام في خلايا الكبد وتتم عمليات هامة أخرى كما هو موصوف في الفقرة ٤ - ١٠ . لإكمال هذا المسار الجانبي الهام ، يتجمع الدم من الكبد في الوريد الكبدى ويندفق منه إلى الوريد الأجوف الخلفى .

وهناك مسار آخر له نفس الأهمية ، يأخذ الدم الشرياني خلال جهاز مزدوج من الشعيرات في الكليات (فقرة ٧ - ٣ ؛ شكل ٧ - ٦) ، ومن ثم يعود إلى القلب. الكليات هى الآلية المنظمة الرئيسية للجسم . أثناء مرور الدم خلالها ، تزال الزيادة من الماء والفصلات للمحافظة على حالة منتظمة نسبياً (حالة ثابتة) في الجسم ككل .

أنشطة أخرى للجهاز الدورى تشمل تلك الخاصة بنخاع العظم في تكوين الخلايا الحمراء ، تلك الخاصة بالطحال في تخزين الدم ، وبالطحال والكبد في تحطيم الخلايا الحمراء القديمة .

٥ - ١٤ تكامل الجهاز الدورى

القلب والأوعية الدموية ينظم عملها بواسطة الجهاز العصبى وأيضاً بواسطة مواد معينة في الدم . الجهاز الدورى حساس للتغيرات البسيطة في الجسم ، وعمله معقد لأنه يتضمن العديد من الأعضاء والوظائف العمل البسيط كالمشى ، مثلاً يحدث انقباضات في ضربات القلب ، ضغط الدم ، وتوزيع الدم . النشاط العضلى يحتاج الأكسجين وينتج ثانى أكسيد الكربون . عند التنبيه الكيميائى والعصبى ، إحتياج الأكسجين يزيد الضغط الشرياني ويوسع الشعيرات ، مسببا تدفق أكبر للدم . معدل ضربات القلب يسرع نتيجة لفعل إنعكاس يخفزه ضغط عال في الأذنين الأيمن . انعكاسات أخرى تخفف مراكز تقلص وانبساط في النخاع (شكل ٩ - ٣) ، تخفض تدفق الدم لمناطق غير نشطة وتسرع حيث الحاجة إليه . في نفس الوقت ، ينشط تحت سرير المخ ويفرز أدينين (أدريالين) مسببا تقلصاً في الأوعية الدموية في الجلد والأحشاء ، واتساعاً في الأوعية الدموية في العضلات . كل هذه التغيرات تميل في إتجاه واحد وإذا لم تضبط ، سوف تؤدي إلى ضربات قلب زائدة وضغط دم مرتفع لدرجة أنه يعرض للخطر الأوعية الدموية الدقيقة في المخ . غير أن مستقبلات الضغط والمستقبلات الكيميائية في القوس الأورطى والجيوب السباتية ، التى تعمل من خلال النخاع ، تسبب ارتخاء العضلات الشريانية ونقصاً في معدل القلب . وعلى ذلك ، فإن الأجزاء المتنوعة للجهاز الدورى مترابطة وتعمل بضوابط وتوازنات حساسة .

مراجعة

- ١ - ما هي المميزات التي تمدها الأجهزة الدورية المقفلة للكائنات (كمقارنة للأجهزة المفتوحة) ؟
- ٢ - ما هي مكونات الدم الأساسية في حيوان فقارى ؟ استعرض وظيفة كل .
- ٣ - صف عملية تجلط الدم . أية مواد تستخدم لمنع التجلط حينما يخزن الدم لاختبار معمل؟
- ٤ - كيف يعمل الدم على غو والحفاظ على المناعة ؟ عرف مولد المضاد: والجسم المضاد .
- ٥ - لماذا تسمى فصيلة O للدم « المعطى العام » ؟
- ٦ - الفحوصات الطبية للإنسان تشمل عادة سحب عينة من الدم . ما هي الملامح الهامة للصحة ولصالح شخص ما التي يمكن تحديدها من مثل هذه العينة ؟
- ٧ - صف الملامح الأساسية للجهاز الليمفاوى . ما هي وظائفه ؟ ما هي المكونات الرئيسية لليمف ؟
- ٨ - صف بالتفصيل عمل القلب في الإنسان
- ٩ - تتبع المسارات الرئيسية والمسارات الجانبية الهامة لدورة الدم في الإنسان . ما هي التبادلات التي تتم حينما يكون الدم في الرئتين ؟ في الكبد ؟ في الكليات ؟ في الطحال ؟

الفصل السادس

الأجهزة التنفسية

الأبيض المعتاد في الخلايا الحية يستلزم أكسجيناً ؛ والناتج النهائي وهو ثاني أكسيد الكربون يجب أن يطرد من الجسم .تبادل هذه الغازات يسمى التنفس . يحتوى الهواء على ٢١٪ أكسجين (٢١٠ مليلتر في كل لتر) ، ولكن الماء به ٠,٧٪ فقط أو أقل (٧ مليلتر في كل لتر) .

أساسيات الجهاز التنفسي هي : غشاء رطب ومنفذ ، سواحل الجسم المحتوية على نسبة عالية نسبياً من ثاني أكسيد الكربون من جانب ، وهواء أو سائل بمحتوى عالٍ من الأكسجين من جانب آخر . تبعاً للقوانين الفيزيائية ، فإن كل غاز يعمل مستقلاً عن الغازات الأخرى . حينما يوجد اختلاف في ضغط الانتشار على جانب غشاء (فقرة ٢ - ١٩ ، شكل ٢ - ٢٠) فإن جزيئات أكثر تمر نحو المنطقة ذات الضغط الأقل عنها في الاتجاه المضاد . الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء أو الماء يكون أعلى منه بداخل جسم حيوان ما ، حيث يستهلك باستمرار ، وعليه فإن الأكسجين يميل إلى أن يدخل من سطح أى غشاء مناسب .الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون يكون كبيراً بداخل الحيوان ، وعلية يميل إلى أن يمر نحو الخارج . تلك التغيرات تحدث في نفس الوقت .

في كثير من الحيوانات الصغيرة ، يكون تبادل الغازات مباشراً ، من الهواء أو الماء خلال الأغشية إلى خلايا الأنسجة ؛ ولكنه أكثر تعقيداً في الأنواع الأكبر والأنواع ذات الأسطح الخارجية الجافة أو غير المنفذة . في تلك الأخيرة ، يتكون التنفس من مرحلتين ؛ تنفس خارجي ، وهو التبادل بين الوسط وأعضاء التنفس ، وتنفس داخلي ، وهو التبادل بين سواحل الجسم وخلايا الأنسجة . وثمة مرحلة ثالثة ، وهي استهلاك الأكسجين في الخلايا ، أو التنفس الخلوي ، وهذا يعتبر جزءاً من الأيض (فقرات ٢ - ٣١ إلى ٢ - ٣٣) .

التعبير « تنفسي » مرتبط عادة بالأكسجين الحر ، ولكن للملائمة ، قد ينطبق على عمليات الأيض في قليل من الحيوانات مثل بعض الطفيليات المعوية واللافقاريات التي تقطن الروث والتي تعيش حيث يوجد قليل من الأكسجين في الهواء أو الماء أو لا يوجد بالمرّة . تلك الحيوانات اللاهوائية قد تحصل على الطاقة في غياب الأكسجين الحر بتحليل الجليكوجين (فقرة ٢ - ٣٢) .

٦ - ١ ميكانيكية التنفس

تحصل الحيوانات على الأكسجين بطريقة أو أخرى من الطرق الخمس الرئيسية : (١) الانتشار البسيط من الماء أو الهواء خلال سطح رطب إلى داخل الجسم (الأميبا ، الديدان المفلطحة) ؛ (٢) الانتشار من الهواء أو الماء خلال أنسجة الجسم الرقيقة إلى الأوعية الدموية (ديدان الأرض ... الخ) ؛ (٣) من الهواء (خلال فتحات تنفسية) أو من الماء (خلال خياشيم قصبية) إلى جهاز من القنوات الهوائية (قصبات) إلى الأنسجة (حشرات) ؛ (٤) من الماء خلال أسطح الخياشيم إلى الأوعية الدموية (الأسماك ، البرمائيات ، ومعظم الرخويات) ، (٥) من الهواء خلال أسطح الرئة الرطبة إلى الأوعية الدموية (القواقع الأرضية ، الفقاريات الأرضية) (أشكال ٦ - ١ ، ٦ - ٢) .

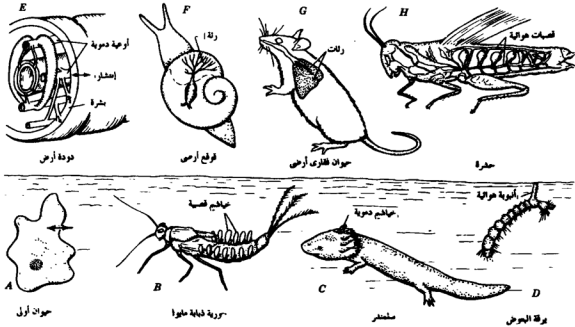
٦ - ٢ الانتشار البسيط

كثير من الحيوانات المائية تحصل على الهواء مباشرة من بيئتها . في الحيوان الأولي ، يتم تبادل الغازات خلال عشاء الخلية من وإلى الماء المحيط . في الأسفنجيات اللاسعات واللافقاريات الأخرى الدنيا ذات الأجسام اللينة ، تنتشر الغازات خلال خلايا طلائية ، ومن ثم إلى تلك التي تقع عميقا في الجسم (شكل ٦ - ٣) بعض الطفيليات الداخلية تغمرها سوائل الجسم لعوائلها ، التي تمتص منها الأكسجين والتي تتخلل لها عن ثاني أكسيد الكربون . الديدان المفلطحة الأرضية يمكنها أن تعيش في الأماكن الرطبة حيث يكون الانتشار التنفسي ممكنا خلال البشرة الرطبة . الانتشار المباشر يكون غير ملائم للحيوانات الكبيرة ، لأن أعضائها الداخلية بعيدة عن السطح الخارجي . الأنواع الأرضية يجب أن تحتفظ بماء الجسم ولا يمكنها أن تمنح سطحها خارجيا كبيرا رطباً للتنفس بالانتشار .

٦ - ٣ القصبات الهوائية

الحشرات، متشابهة الأرجل (قشريات) ، ذوات الألف قدم ، بعض العنكبوتيات ، والبربيتس لها أنابيب دقيقة تنفرع داخليا من سطح الجسم إلى جميع الأعضاء الداخلية (شكل ٦ - ٣) . وتعرف هذه بالقصبات الهوائية . وهي تنمو كزوائد داخلية من جدار الجسم ومبطنة بكيتين . كل منها تنتهي في خلايا قصبية مجهرية تمتد كقصبيات داخل خلوية ، مكونة أحيانا شبكة شعيرية في الأنسجة . نهاية القصبية ممتلئة بسائل ينتشر خلاله الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من وإلى خلايا الأنسجة المجاورة . إنتشار الغازات خلال الجهاز القصبي يتم بمساعدة حركات قطع الجسم الصدرية والبطنية . كفاءة هذا الجهاز يعتمد على درجة الانتشار السريع للأكسجين في الهواء (٤٥,٠٠٠ مرة مثل الماء) وعلى صغر الحجم النسبي للحيوان القصبي . في كثير من الحشرات ، الفتحات الخارجية أو التنفسية للجهاز القصبي لها صمامات (أغشية) يمكن أن تغلق لتحد من فقدان الماء . هذا الجهاز القصبي ذو كفاءة عالية لأن الأكسجين ينقل مباشرة إلى الخلايا . وعلى ذلك :

فالحشرات يمكنها أن تتحرك بسرعة ، وذلك يحتاج إلى كمية عالية من الأكسجين ، بينما تحتفظ بجهاز دورى غير كفء بدرجة كبيرة . فى الحشرات ، الجهاز الدورى مفتوح وحركة الدم خلال الجسم بطيئة جداً ، بطيئة للدرجة لا تسمح للحيوانات أن تحصل على أكسجين كاف لتتحرك بتلك السرعة التى تؤذيها . بدون وجود جهاز قصوى ليزودها بالأكسجين الضرورى ، فإن الحشرات قد يكون لها تفاعلات تشبه كثيراً القواقع ، وهى مجموعة أخرى ذات أجهزة دورية مفتوحة ولكنها بدون جهاز إضافى لينقل كميات كبيرة من الأكسجين . الفقاريات لها جهاز دورى مقفل ذو كفاءة عالية جداً ، يحرك الدم بسرعة خلال الجسم ، ولذلك هى أيضاً حيوانات سريعة الحركة . تعتمد الفقاريات على الجهاز الدورى المقفل وصبغيات الدم التنفسية ذات الكفاءة لنقل الأكسجين بسرعة لجميع خلايا الجسم ، وعلى تسميح بالاستجابة السريعة للمؤثرات . يرقات الحشرات الرعاشة ، ذباب مايو ، ذباب الحجر ، الميديات ، وبعض مفصليات القدم القصية الأخرى هى حيوانات مائية . تنفسها يكون بالانتشار من الماء إما خلال الجلد إلى الجهاز القصوى أو خلال خياشيم قصية خاصة لها سطح أكبر بالانتشار . خنافس الماء البالغة والبق تسبح للسطح وتأخذ فقاعة من الماء تحت الأجنحة ، منها ينتشر الأكسجين إلى الجهاز القصوى . لبرهة ، يستبدل الأكسجين فى الفقاعة بواسطة الانتشار من الماء .

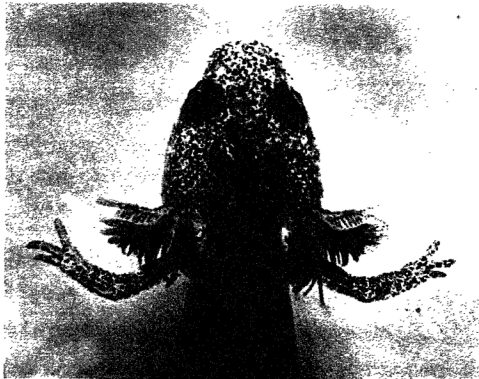


شكل ٦ - ١ : أنواع طرق التنفس فى الحيوانات . فى الماء (أسفل) . (أ) حيوان أولى ، الانتشار خلال جدار الخلية . (ب) حورية ذباب مايو (حشرة) ، خياشيم قصية (ج) سلمندر ، خياشيم دموية . (د) يرقة مائية ، مزودة بأنبوبة تنفس الهواء الحر . فى الهواء (أعلى) . (هـ) دودة أرضية ، الانتشار خلال جدار الجسم الرطب إلى الأوعية الدموية . (و) قوقع أرضى ، رئة رطبة فى تجويف الرقبة . (ز) حيوان فقارى أرضى ، زوج من الرئات يبادلها الجسم . (ح) حشرة ، جهاز من قنوات هوائية (قصبات) خلال الجسم .

٦ - ٤ الخياشيم الدموية

في معظم الحيوانات العليا، يُساعد التنفس بجهاز لنقل الدم . أبسط صورة له ترى في دودة الأرض ، حيث ينتشر الأكسجين خلال جدار الجسم إلى داخل أوعية دموية سطحية ، ثم يمر إلى خلايا الأنسجة . في الضفادع يعمل بالمثل الجلد الرطب وبطانة تجويف الفم غير أن كثيراً من الحيوانات البحرية لديها وسيلة أكثر كفاءة - الخياشيم الدموية - من خيوط كثيرة رفيعة مغطاة ببشرة رقيقة وتحتوى على شبكات من الشعيرات الدموية (شكل ٦ - ٣) . تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون يحدث بين الماء المحيط والدم بالداخل . الأكسجين الحر المذاب ينتشر من الماء نحو الداخل . الماء البارد يحمل أكسجيناً أكثر من الماء الدافئ ، الماء الأبيض بالمجرى سريعة التدفق به أكسجين أكثر من ماء البرك الساكن أو المستنقعات الراكدة .

خيوط الخياشيم في يرقات السلمندر (شكل ٦ - ٢) وتلك في بعض الديدان البحرية معرضة فقط للماء ، ولكن الحلقيات التي تقطن الأنابيب ، والقشريات المائية مثل جراد الماء (شكل ٢١ - ٥) ، وجميع الرخويات المائية لها وسائل خاصة لدفع الماء فوق الخياشيم . خياشيم الأسماك وأنى ذنبية توجد في حجرات على جانبي البلعوم ، والماء الذى يدخل من الفم يدفع خارجاً فوق الخيوط (شكل ٢٤ - ١٣) .



شكل ٦ - ٢ : خياشيم ، أعضاء التنفس في يرقة سلمندر ، تاريكا . (صورة عن فيكتور ك . توبى) .

٦ - ٥ الرئتان

جميع الفقاريات الأرضية - بما في ذلك الزواحف المائية ، الطيور ، والثدييات ، لها رئتان . الرئة هي حجرة مبطنة بطلاية رطبة تحتها شبكة من الشعيرات الدموية ، حيث يمكن أن يستخدم الهواء الجوي . أساساً ، تشبه الرئة خيشوماً دموياً ولكنها مندغمة أكثر منها منقلبة للخارج . رئة الزواحف تحتوى على كثير من الحواجز الداخلية ، وتلك في الثدييات مقسمة بتوسع ، فتمنع أسطحاً تنفسية كبيرة . تفرعات الرئة الأدق أو الشعيرات تنتهي في حجرات مجهرية ، الحويصلات ، محاطة بالعديد من الشعيرات الدموية (شكل ٦ - ٤ ج) ، حيث تحدث التبادلات التنفسية . رئتان الطيور كثيفة ، ويدفع الهواء خلال الشعيرات إلى ومن سلسلة من أكياس هوائية رقيقة الجدر (شكل ٢٦ - ٤) ؛ وتلك تحتل مسافات بين الأعضاء الداخلية وحول أو في بعض العظام . الأكياس الهوائية تعمل أساساً على تشتيت الزيادة في حرارة الجسم وبحول الهواء إلى داخل الرئتين .

٦ - ٦ الجهاز التنفسي في الإنسان

القم والأنف يتصلان بالرئتين من خلال سلسلة من التركيبات الخاصة . المزمار هو فتحة في قاع البلعوم ، محمية من أعلى بغطاء أو غطاء المزمار ، ومدعمة بشبكة غضروفية ، الخنجرة . وتلك تتصل بأنبوبة مرنة ، القصبة الهوائية ، أو الأنبوبة الهوائية ، التي تمتد بداخل الصدر وتتفرع إلى شعبتين ، واحدة لكل رئة (شكل ٦ - ٤) .

في الأنف يرشح الهواء الداخل ، بواسطة شعيرات وعظم مفتول يشبه اللغائف أو كونكا مغطاة بطبقة سمكية من غشاء مخاطي . يحدث أيضاً تدفئة وترطيب للهواء . يعمل القم كمسلك بديل للهواء ، والبلعوم هو ممر للهواء أما من الأنف أو من القم إلى الخنجرة (شكل ٤ - ٥ ب) .

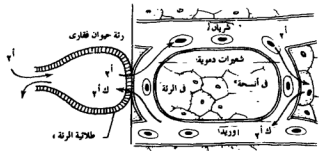
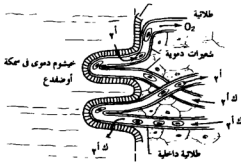
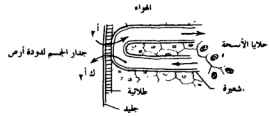
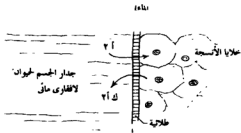
الخنجرة أو عضو الصوت (شكل ٦ - ٥) ، هي الجزء الأمامي من الرقبة . وهي عريضة من أعلى ، مثلثة الشكل ، وتتكون من تسعة غضاريف تتحرك بواسطة عضلات ؛ وهي تحتوى على نيتين من غشاء مخاطي بأربطة مرنة ليفية مدقونة ، هي الأحبال الصوتية .

ينتج الصوت بواسطة هواء مدفوع من الرئتين ليذبذب الأحبال الصوتية ، وأماكن الأحبال تتغير لتنتج أصواتاً متنوعة لموجات الصوتية المتكونة إذن ، تمر خلال البلعوم ، القم ، وتحاوي الأنف ، التي تعمل كحجرات رنين ؛ تلك الأجزاء بجانب اللسان والشفة مهمة في الكلام . حجم الخنجرة يختلف بين الأفراد المختلفين ؛ عند وقت البلوغ ، تنمو الخنجرة أسرع في الذكور عنها في الإناث ، مسببة تقيراً إلى صوت أعمق وطبقة أقل .

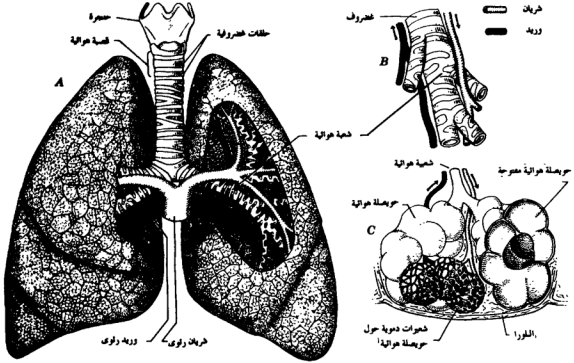
القصبة الهوائية والشعب مدعمة ضد الانطواء بواسطة حلقات من الغضروف . في الرئتان ، تفرع الشعب إلى أنابيب شعبية كثيرة وشعيرات (شكل ٦ - ٤ ج) ، ذات جدر ترق بالتتابع . تنتهي كل شعبية في ردهة تشبه الكيس ، لها حجرات صغيرة عديدة غير منتظمة على سطحها ، تسمى حويصلات هوائية أو أكياس هوائية . وتلك الأخيرة محاطة بشعيرات دموية ، حيث تم

التبادلات التنفسية . رثنا الإنسان بها ٧٠٠ مليون أو أكثر من الحويصلات . السطح الداخلي الكل يقدر بحوالى ٢م٩٠ ، أكثر من مائة مرة مساحة الجلد لإنسان يافع متوسط .

مادة الرئتين مثقبة وأسفنجية . الرئة اليمنى أكبر وأعرض وأقصر بقدر بوصة (٢,٥ سم) من اليسرى ، نتيجة للاوضاع غير المتأثلة للقلب والكبد . الحجاب الحاجز هو حاجز عضلى يشبه القبة يفصل الصدر ، الذى يحوى القلب والرئتين ، عن تجويف البطن . فى الأحوال المعتادة ، تحتل الرئتان كلية تجويف الصدر المحكم لأن الضغط الجوى للهواء فى الحويصلات الهوائية يحافظ عليها متسعة تجاه السطح الداخلى لهذا التجويف . كل رئة تحتل أيضاً تجويفها البلورى المحكم . إذا ما دخل هواء فى التجويف البلورى مصادفة أو عند المعالجة من مرض صدرى فإن الرئة تنطوى .



شكل ٦ - ٣ : طبيعة متكافئة للعديد من طرق التنفس فى حيوانات مختلفة تعيش فى الماء أو الهواء ؛ رسم تخيلى .



شكل ٦ - ٤ : الجهاز التنفسي في الإنسان . (أ) الحنجرة ، القصبة الهوائية ، والرئتان في منظر بطني ، الرئة اليسرى مفكحة . (ب) جزء من شعبة هوائية ، بغضائفيها ؛ أوعية دموية صغيرة مجاورة (جـ) حويصلات هوائية وشعيرات دموية ؛ رسم تخطيطي .

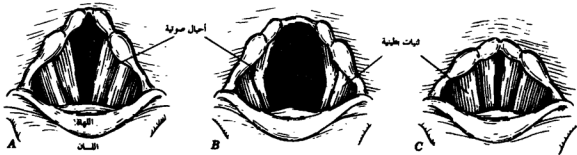
٦ - ٧ التنفس

تلك العملية التي لا غنى عنها ، تتكون من حركات ، إرادية جزئياً ، تغير حجم التجويف الصدري وعليه سعة الرئتين . عند الشهيق ، ترتفع الضلوع ، وتنقبض العضلات في الحجاب الحاجز كي تجعله مفلطحاً ؛ وعلى ذلك يكبر التجويف الصدري ، ويقل الضغط على أو حول الرئة ، وعندئذ فإن الهواء (عند الضغط الجوي) يمر لأسفل في القصبة الهوائية وداخل الرئتين . الزفير ينتج من تقليل حجم الصدر بواسطة ارتخاء العضلات التي تتحكم في الضلوع والحجاب الحاجز (شكل ٦ - ٦) . الحويصلات الهوائية مبطنة بطبقة مائية ، تعمل ، نتيجة التوتر السطحي ، مثل مطاط مشدود وعلى ذلك فإن الحويصلات الهوائية تميل إلى الانقباض . وتستلزم طاقة كبيرة لتوسيعها . ويكون التنفس مرهقاً إذا لم يكن دهن مفسفر خاص هذه المادة المفردة بواسطة الخلايا الحويصلية ، تندمج مع جزيئات الماء في طبقة حويصلية وتمتثل التصاقها .

فقط حوالى سُبُع السعة الحيوية للهواء يتدفق داخل وخارج الرئتين مع كل حركة تنفسية هادئة (شكل ٦ - ٧) . التكوين المتوسط للهواء يكون مختلفاً ، بلا شك ، الهواء الجوى (٢٠,٩٦٪ أكسجين) وهواء الزفير (١٦,٠٢٪ أكسجين) يوجد فقد صاف قدره ٤,٩٤٪ ومكسب قدره ٤,٣٤٪ ثانياً أكسيد الكربون . النتروجين في الهواء (٧٩٪) خامل وليس له دور في التنفس . في الرئتين ، يوجد تدرج نتيجة للانتشار خلال الهواء المتخلف ، لدرجة أن الهواء الحويصلي يحتوى على ١٤٪ فقط أكسجين . معدل التنفس منظم أساساً بواسطة مركز تنفس في نخاع المخ ، يرسل منبهات منظمة ، وهذا المركز بدوره ينبه بواسطة زيادة لثاني أكسيد الكربون في الدم . يزداد معدل التنفس أثناء التمرينات القوية بسبب الإنتاج الأكبر من ثاني أكسيد الكربون في الأيض العضلي . الناس قد يوقفون تنفسهم ، لوقت محدود ، غير أنه بزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم ، يصبح الحافظ أخيراً قوياً لدرجة لا يمكن مقاومتها . معدل التنفس معرض أيضاً لتحكم عصبي من أنواع أخرى ، كما يرى في الحالات العاطفية للفضب أو الإثارة . إذا توقف التنفس بسبب الاختناق ، فالموت يليه في الحال ما لم تجدد حركات تنفسية صناعياً بواسطة الإنعاش فم لفم أو بواسطة الضغط على الضلوع ورفع الضغط بالتبادل لتنبية التنفس وإحداث تبادل الغازات . رثات الطفل حديث الولادة تمتلئ بهواء النفس الأول الذى يلى اعتراض الدورة المشيمية .

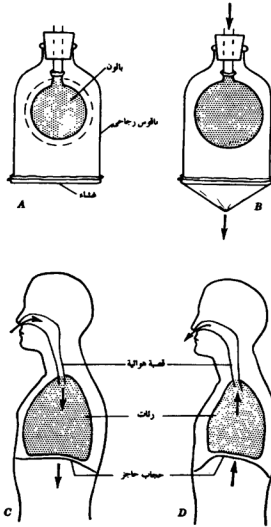
الهواء عند الأماكن المرتفعة نقي (ضغط بارومتري أقل) ، وحجم ما يحتوى على أكسجين أقل منه مما عند مستوى سطح البحر وهذا يؤثر في الاحتياجات التنفسية العادية للبشر والحيوانات . متسلق الجبل أو الشخص في الطائرة يجب أن يستخدم خزاناً من الأكسجين وكأمة وجه ليحصل على أكسجين مناسب . الطائرات التي تعمل على ارتفاع فوق ١٠٠٠٠ قدم (٣٠٠٠ متر) عادة يتم بداخلها رفع ضغط الهواء (مكيفة الضغط) لتسهيل التنفس .

بدون الإمداد الصناعي بالهواء ، يمكن لإنسان إيقاف تنفسه تحت الماء ويبقى غاطساً لحوالى دقيقتين ؛ ثم يجب عليه أن يصعد ليتنفس ويزيل دين الأكسجين الذى تعرض له للغطس الطويل



شكل ٦ - ٥ : حجرة الإنسان والأحبال الصوتية وعملها ؛ الفتحة هي المزمار . (أ) الحنجرة كما ترى من قاعدة اللسان - الأحبال الصوتية كما في حالة التنفس الطبيعي . (ب) في حالة الشهيق العميق . (ج) عند غناء لمن مرتفع . (كليمير وآخرون كتاب مرجعى في التشريح والفسيولوجيا ، شركة ماكميلان) .

المستمر ، فإن بعض الغاطسين المحترفين يلبسون بذلة معدنية متصلة بخراطوم يدهم بالهواء تحت ضغط . وآخرون ، بما فيهم غطاسو الجلد ، يستخدمون خزاناً من الهواء المضغوط (رئة مائية) وكأمة وجه لتنفس الغرض . في كلتي الحالتين ، يمد الهواء بالأكسجين وأيضاً يبقى الرئتين متنفختين. أقصى عمق أمن للغاطسين ذوى الخبرة هو حوالى ٢٠٠ قدم (٦١ م) . خليط خاص من

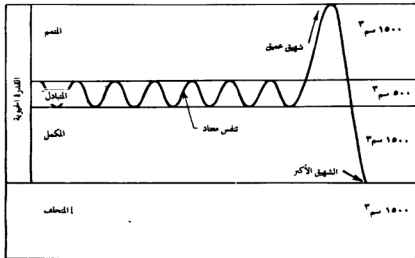


شكل ٦ - ٦ : ميكانيكية التنفس . (أ) بالون مطاط نصف متين في نالوس زجاجي مغطى عند القاع بشيء مرن . (ب) حينما يسحب الغشاء نحو أسفل ، تزداد الحجم الداخل ، ويسبب ضغط الهواء بداخل الأنبوبة اتساع البالون . (ج) حينما يتسع القفص الصدرى والحجاب الحاجز ينسحب إلى أسفل ، يدخل الهواء خلال الأنف والقصة الهوائية ، مسبباً اتساع الرئتين لملء التجويف الصدرى . (د) حينما ترتفع العلوى والحجاب الحاجز ، يندفع الهواء نحو الخارج

الأكسجين مع غازات أخرى ، مثل الهيليوم ، وطرق أخرى خاصة ، تلزم للغطاسين الذين يعملون أسفل ٢٠٠ قدم (٦١ م) . الغطس العميق المستخدم لهواء مضغوط ، يسمح للضغط الثقيل الناتج ، أن يدفع بعض النتروجين من الهواء إلى السائل في بلازما الدم . إذا أرتفع الغاطس بسرعة كبيرة ، فإن النتروجين ينتشر بسرعة في سوائل الجسم ، لأن الضغط لم يعد كبيراً بدرجة كافية لتبقى عليه مذاباً . الغاز المنتشر يكون فقاعات ، مسببة مرض إزالة الضغط المؤلم ، أو « الانحناءات »

٦ - ٨ الوظائف التنفسية للدم

بعد ما يعبر الأكسجين الغشاء الحويصلي ، يجب أن يوزع على خلايا الأنسجة حيث يحتاج إليه . في الإنسان ومعظم الحيوانات العليا ، يتم هذا النقل بواسطة الدم العملية معقدة لأن مجرد الانتشار غير كاف لمواجهة احتياجات الحيوانات الكبيرة النشطة . بلازما دم الإنسان تحمل فقط ٢ أو ٣٪ من الأكسجين الكلي مذاباً . الباقي ينقل بواسطة الهيموجلوبين الأحمر ، بروتين مقترن ، يدخل معه الأكسجين في اتحاد بداخل كرات الدم الحمراء . العملية تكون كما يلي : بعد الانتشار بداخل الشعيرات الحويصلية ، يتحد الأكسجين مع الهيموجلوبين لأن توتر الغاز أقل في الدم عنه في الحويصلات . ثم ينتقل الأكسجين مع الدم المتحد ، في الدورة إلى الأنسجة ، حيث يكون توتر الأكسجين أقل منه في الدم الشرياني . هناك يتحرر الأكسجين لينتشر إلى الخلايا ، ويعود الهيموجلوبين المزال منه الأكسجين إلى الرتين عن طريق الدم الوريدي . السعة الكلية لدم الإنسان من الأكسجين يبلغ معدله حوالي ١٢٠٠ مليلتر ، ١٠٠ إلى ٣٥٠ مليلتر من الأكسجين تمر إلى



شكل ٦ - ٧ : قدرة الرئة والتففس في الإنسان . التنفس المنظم يسبب فقط تبادل الهواء المتناوب (١٠٪) ؛ التنفس العميق يملأ معظم الرتين (٣,٥٠٠ مليلتر أو ٧٠٪) ؛ الهواء المتخلف يغير فقط عن طريق الانتشار . (ويتون ، وييلس ، فيسيولوجيا الإنسان ، ج ١ . ترشال ، محدودة .

الأنسجة في كل دورة . في ساعة واحدة ، يستخدم الجسم عند الراحة حوالى ١٥ لترأ (٤ جالونات) من الأكسجين ، وفي التمرين الشاق يصل إلى ٢٨٠ لترأ (٧٥ جالوناً) .

الهيموجلوبين نفسه يطلق عليه « الصبغ التنفسى » مكون من اتحاد الهيم الأحمرا ، الذى يحتوى على الحديد ، مع بروتين عديم اللون ، جلوتين . الظاهرة الفريدة للهيموجلوبين هى أنه ، في لحظة معينة ، قد يتحد مع كميات مختلفة من الأكسجين ، معتمداً على توتر الغاز الملامس للجهاز . وعلى ذلك فإن التفاعل عكسى ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة : $HbO_2 \rightleftharpoons Hb + 2^0$ حيث Hb يمثل جزيئاً من الهيموجلوبين HbO_2 هو أكسيهيموجلوبين ذو لون أحمر زاه ، على عكس الهيموجلوبين الباهت . الصبغ التنفسى في معظم الرخويات ومفصليات القدم هو هيمو سيانين (مع النحاس بدلاً من الحديد) . حينما يتأكسد الهيمو سيانين ، يكون أزرقاً أكثر منه أحمر .

٦ - ٩ ثانى أكسيد الكربون

يستلزم التنفس تبادل غازين ، وقد يستنتج أن التخلص من ثانى أكسيد الكربون يكون عكس التدفق الداخلى للأكسجين في الحقيقة عملية نقل ثانى أكسيد الكربون مختلفة تماماً . بعض ثانى أكسيد الكربون ضرورى للمحافظة على الجهاز المنظم للدم والأنسجة . حوالى ثلث الزيادة في ثانى أكسيد الكربون تدخل خلية الدم الحمراء ، والباقي يُنقل في البلازما كبيكربونات ، في طريقة إلى الرئتين . العملية الصحيحة معقدة ، وتستلزم ما يعرف « بانتقال الكلوريد » التى بها تمر أيونات الكلوريد بداخل الخلايا الحمراء ، وأيونات البيكربونات إلى الخارج ، للمحافظة على التوازن الحامضى - القاعدى الضرورى للدم عند PH حوالى ٧,٤ .

٦ - ١٠ التهوية

لقد اعتبر منذ زمن طويل أن الهواء « الطلق » هو الأصلح لتنفس الإنسان . وهذا يعتبر منطقياً للوهلة الأولى ، ولكن التجارب يبلو أنها تبرهن أن الهواء في حجرة قليلة التهوية لا يختلف كثيراً في محتوى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون عن ذلك في حجرة جديدة التهوية . التأثيرات الضارة حقاً للتهوية القليلة ترجع إلى التداخل مع ميكانيكية التنظيم الحرارى للجسم . أتعاد روائح الجسم المتراكمة بالإضافة إلى الزيادة في درجة الحرارة والرطوبة يؤدي إلى شعور بالكسل أو التعب . لأقصى درجات الراحة يجب أن يكون الهواء في حجرة ما متوسط البرودة ، ويجب أن يحتوى على بعض الرطوبة كما يكون في حركة بسيطة .

مراجعة :

- ١ - ما هي الأغراض التي لا غنى عنها لجهاز تنفسى ؟ ميز بين التنفس الخارجى والداخلى ؟ .
- ٢ - حيث أن الحياشيم والرئات تعتمد على سطح رطب ليسمح بتبادل الغازات ، فلماذا لا يمكن للرئات أن تستخدم فى الماء والحياشيم على الأرض ؟
- ٣ - هل يمكن لحيوان كبير مثل الحصان أن يعتمد على جهاز قصوى للحصول على أكسجينه ؟ وضح .
- ٤ - وضح العلاقة بين الأحبال الصوتية والجهاز التنفسى فى الإنسان . كيف ينتج الصوت ؟
- ٥ - لماذا تعتقد أن رئة الإنسان مقسمة كثيراً إلى حويصلات صغيرة ؟ ألم يكن من الأفضل أن يكون هناك كيس كبير فارغ ؟
- ٦ - ما هو المقصود بهواء الزفير ؟ الهواء المتخلف ؟ الهواء الحويصل ؟ ما هو دور ثانى أكسيد الكربون فى عملية التنفس ؟ دور التروجين ؟
- ٧ - ما هو الهيموجلوبين ؟ كيف يعمل فى عملية التنفس ؟
- ٨ - كيف ينتقل ثانى أكسيد الكربون فى الدم ؟
- ٩ - تتبع مسار الأكسجين من الهواء الجوى إلى خلية عضلية فى الجسم . تتبع مسار ثانى أكسيد الكربون من خلية عضلية إلى الهواء الخارجى .

الفصل السابع

الأجهزة الإخراجية والتنظيم

الإخراج

الإخراج هو عملية تخلص الجسم من الفضلات الناتجة عن الأيض . التبرز ، بالمقارنة ، هو عملية طرد المواد غير المهضومة من القناة الهضمية ، وهو يختلف تماماً . البروتوبلازم والسوائل لحيوان ما ، سواء كان أولياً أو إنساناً ، تتضمن نظاماً فيزيائياً كيميائياً متوازناً بدقة ، وهو وظيفة الجهاز الإخراجي (شكل ٧ - ١) للمحافظة على هذا الوسط الداخلي الثابت . الزيادة في الماء ، الغازات ، الأملاح ، والمواد العضوية المشتملة على الفضلات الأيضية ، تخرج ، في حين أن المواد الضرورية للوظائف المعتادة تحفظ . حيث أن المواد المطلوب التخلص منها تكون عادة في حالة سائلة ، فإن الإخراج يكون أساساً عملية ترشيح إنتقائي . بعض الإخراج يتم بقوى فيزيائية فقط ، ولكن معظم العملية ينتج من عمل الخلايا مع استهلاك للطاقة .

٧ - ١ الإخراج في اللافقاريات

إن أبسط طريقة ظاهرة للإخراج هو مرور الفضلات خلال غشاء الخلية إلى الماء المحيط ، كما يحدث في كثير من الأوليات . الأميبا ، البراميسيوم ، والعديد من أوليات الماء العذب ، لها فجوة متقبضة واحدة أو أكثر ، التي تجمع الماء الزائد من داخل السيتوبلازم وتطرده دورياً إلى الخارج ، حتى تحافظ على توازن السوائل المعتاد بداخل جسم الخلية . وسائل طرد المواد الإخراجية (أساساً أمونيا) بواسطة الأوليات لا تزال غير واضحة . المواد الإخراجية في الإسفنجيات واللاسعات تنتشر من خلايا الجسم إلى البشرة ومنها إلى الماء .

في الحشرات وقليل من مفصليات القدم الأخرى ، تكون أعضاء الإخراج الأساسية أنابيب مليجي رقيقة (شكل ٧ - ٢ ، ب) ، متصلة بالطرف الأمامي للمعى الخلفي ومقفلة عند أطرافها الداخلية ؛ هذه الأنابيب تجمع الفضلات من سائل الجسم وتدفع بها إلى المعى الخلفي . كلا البورات وثاني أكسيد الكربون تتسلم من الدم مذابة ؛ الماء والمواد الأخرى يعاد امتصاصها في

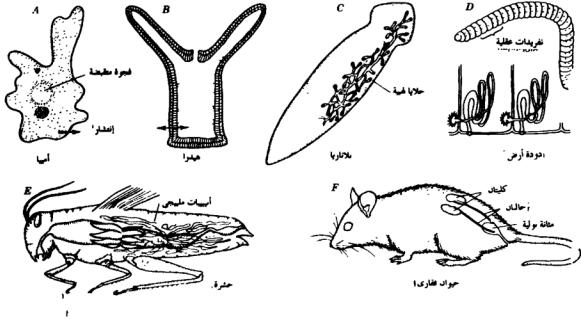
الأجزاء السفلى من الأنابيب . المواد الإخراجية النهائية ، التي تحتوى على بلورات حامض البوليك ، كربونات ، أو كسالات ، وفي بعض الحالات بولينا ونشادر ، تمر نحو الخارج مع البراز . الجسم الدهنى للحشرات هو أيضاً ترسيب لفضلات عضوية وهو طريقة الإخراج الرئيسية في ذوات الذنب القافز (رتبة الكوليبولا) ، التي تنفجر إلى أنابيب مليجي . الهيكل الخارجى يؤدى وظائف إخراجية في بعض اللافقاريات ، بما في ذلك الحشرات ، حيث أن المواد التروجينية تترسب فيه وتزاح حيناً بسلخ الحيوان . المادة البيضاء في الأجنحة في أبو دقيق الكرب ، مكونة من حامض البوليك ، من الواضح أنها منتج إخراجى .

أعضاء الإخراج الأكثر شيوعاً في كثير من الحيوانات هى تركيبات أنبوية ، النفريديات ، والقنوات السيلومية . كانت تلك أولاً مرتبة زوجاً لكل قطعة من قطع الجسم ، ولكنها أصبحت متحورة بتنوع في طريق التطور . الديدان المفلطحة ، الديدان الشريطية ، والبلورات لها جهاز نفريدى أولى مكون من خلايا هليية طرفية من قليلة العدد إلى كثيرة مبعثرة بين خلايا الجسم ، والتي منها تزاح الفضلات بمر إلى الخارج في جهاز متفرع من القنوات (أسكال ٧ - ٢ ج ، ١٧ - ٢) ، في دودة الأرض ، تحتوى كل قطعة على زوج من النفريديات الأنبوية الدقيقة بأطراف داخلية مفتوحة (شكل ٧ - ٢ د) . الطرف الداخلى لكل له قمع مهدب ، أو فم النفريدى ، يجمع من السيلوم ، وحول الأنبوية الطويلة توجد أوعية دموية التى منها أيضاً تزاح الفضلات ؛ تنتهى الأنبوية خارجياً بكتف نفريدى بطنى دقيق .

في بعض الحلقيات ، الرخويات ، مفصليات القدم وفي الحيليات ، أعضاء الإخراج الأساسية هى قنوات سيلومية ، ميزودمية الأصل ، من المحتمل مشتقة من القنوات التناسلية ، ولكنها الآن متحورة بتنوع لتزج الفضلات من تجويف الجسم . القشريات لها زوجان ، غدد « قرون الإستعمار » (خضراء) والغدد « الفككية » ، كل لها كيس طرفى بقناة تفتح عند قاعدة زائدة ما . نادراً ما يتكون الإثنان على نفس الطور لنوع واحد . العناكب لها غدد حرقفية في الصدر رأس مشتقة من القنوات السيلومية .

٧ - ٢ المخلفات التروجينية وتكوين البولينا

أيض الأحماض الأمينية في الجسم يؤدى إلى إنتاج مخلفات تروجينية ، يعتبر التخلص منها عمل رئيسى للجهاز إخراجى . الخطوة الأولى هى إزالة المجموعة الأمينية (ن يد ٣ -) من الجزء في عملية تسمى نزع المجموعة الأمينية . هذا يسبب تكوين النشادر (ن يد ٣) ، وهى مادة سامة جدا يجب إزاحتها من الكائن . في الفقاريات ، الأسماك العظمية فقط هى التى تخرج التروجين المتخلف على هيئة نشادر . الأسماك الغضروفية وجميع الفقاريات الأرضية تحول النشادر إلى نواتج تروجينية أخرى ، يمكن أن تتحملها الحيوانات في بعض التركيزات حتى تطرد بواسطة الكليات . اليرماليات والتدييات تفرز مواد الإخراج على هيئة بولينا ؛ في الزواحف والطيور تصبح حامض بوليك .



شكل ٧ - ١ : أنواع طرق الإخراج في الحيوانات . (أ) الأميبا ، الفجوة المتقلصة والإنتشار من سطح الخلية . (ب) الهيدرا ، الإنتشار من الخلايا . (ج) بلاناريا ، كثير من الخلايا اللهيبة تتصل بأنابيب تنس في قلب أو تقوب إخراجية عامة . (د) دودة الأرض ، نفريدتان في كل عقلة ، تفرغ مستقلة خلال جدار الجسم . (هـ) النطاط ، سلسلة من أنيبات مليجي دقيقة متصلة بنهاية المعى الأوسط . (و) حيوان فقاري ، كليتان بفنوات تنس في مثانة مفردة تفرغ في الخارج .

المكان الأساسي لتكوين البولينا هو الكبد ، الذي يعتبر أيضاً مكاناً هاماً لنزع المجموعة الأمينية من الأحماض الأمينية .

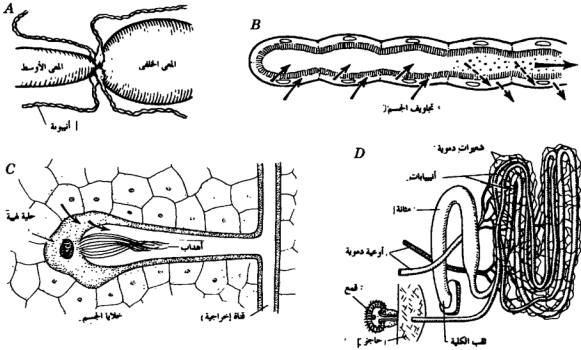
البولينا تتكون من النشادر بواسطة نظام دوري من ناقلات وأنزيمات تسمى دورة أورثينين (شكل ٧ - ٣) . أولاً يتكثف النشادر وثاني أكسيد الكربون (ك أ ب) مع المركب العضوي أورثينين لتكوين مادة عضوية أخرى ، ستروين . ثم تتكثف تلك الأخيرة بجزء آخر من النشادر لتكوين الحامض الأميني أرجينين . في الخطوة الأخيرة ينشط الأرجينين بواسطة الماء إلى بولينا وأورثينين ، ومن ثم تبدأ الدورة ثانية . البولينا المتكونة تُحمل في الدم إلى الكليات ومنها تطرد من الجسم .

٧ - ٣ كلية الفقاريات

أعضاء الإخراج الرئيسية في الحيوان الفقاري ، عبارة عن كليتين . وهما قصيرتان وتقعان في الخلف في جميع الفقاريات ما عدا الأسماك والسلمندر ، حيث يمتدان بطول معظم تجويف الجسم .

الكليات في الفقريات الدنيا - مستديرات القم حتى اليرماتيات - وكذلك الكليات الجنبية للمجموعات العليا تنشأ عقلياً ، زوج في كل عقلة (الكلية الأورلية ، والوسطية) ؛ بعض الأنابيب لها فتحات كلوية تفتح في السليوم ؛ وعلى ذلك فهي تشبه إلى حد ما نفريديات ديدان الأرض (أشكال ٧ - ٤ ، ٧ - ٥ ؛ جدول ٧ - ١) . الكليات اليافعة في الزواحف ، والطيور ، والثدييات (الكلية البعيدة) ليست عقلية وتجمع المخلفات فقط من الدم .

من كل كلية ، من أى نوع كانت ، تخرج قناة مجمعة عامة ، الحالب ، يحمل المخلفات نحو الخلف . في اليرماتيات ، الزواحف ، والطيور ، يفرغ الحالبان في المجمع ، الذى تتصل به مثانة بولية في اليرماتيات وبعض الزواحف . المخلفات ، أو البول ، هو سائل ما عدا في الزواحف والطيور ، حيث تطرد المخلفات نصف الصلبة (حامض بوليك) كعجينة بيضاء (ذرق) مع البراز . في معظم الثدييات ، يصل الحالبان مباشرة بالمثانة ، ومنها تفرغ قناة وسطية ، مجرى البول ، تفتح للخارج ؛ تلك في الذكور تمر خلال القضيب . الأجهزة الإخراجية والتناسلية ذات العلاقة المتبادلة في الفقاريات تسمى عادة الجهاز البولى التناسلى .



شكل ٧ - ٢ : (أ) أنابيب مليحي في الحشرات متصلة بالملي . (ب) قطاع في أبيروية ، موضحاً مدخل المواد الإخراجية من تجاويف الجسم (—) ، مسارات إعادة الامتصاص للماء وبعض المواد الأخرى (—) ، وطريق خروج الفضلات (—) . (ج) خلية هبة في البلاتاريا تدفع الفضلات السائلة من خلايا الجسم المحيطة ، حزمة من الأهداب تدفع السائل بداخل القناة الإخراجية . (د) نفريدة دودة الأرض تتسلم الفضلات السائلة من السليوم خلال القمع وأيضاً بواسطة الإنتشار من الأوعية الدموية المحيطة .

كلية الإنسان (شكل ٧ - ٦) هى عضو يشبه حبة الفول ، فى ظهر التجويف البطنى ، واحدة على كل جانب من العمود الشوكى . كل كلية تتكون من نخاع داخلى وقشرة خارجية ، تحوى الأخيرة على حوالى مليون وحدة إخراجية ، أو نفرونات . النفرون مكون من (١) كرية مليحية أو كرية كلوية ، مكونة من محفظة بومان كروية مزدوجة الجدار حول كتلة من الشرايين الصغيرة ، أو الكبة ، (٢) أنبىبة ، ملتوية ومستقيمة ، محاطة بشعيرات دموية . الكرية قطرها حوالى ٠,٢ مم وأنبىبة قطرها ٠,١٥ إلى ٠,٢٥ مم ، وطولها ٥٠ إلى ٦٠ سم . المليونان من النفرونات فى الإنسان ، إذا وضعت مع بعضها طرفاً لطرف ، فإنها قد تمتد إلى ما يقرب من ٥٠ ميلاً (٨٠ كم) . جميع الأنبيبات تفرغ فى تجويف مركزى (حوض) للكلية يتصل بالخالب .

٧ - ٤ وظيفة كلية الثدييات

الخطوة الأولى فى تكوين البول هى الترشيح . المخلفات ومواد أخرى تنقل فى مجرى الدم ، بواسطة الشرايين الكلوية والشرايين الصغيرة ، إلى الكلية . تبعاً لنظرية وظيفة الكلية المعترف بها (نظرية كوشنى) فإن السائل الخالى من البروتين يمر من الشرايين الصغيرة فى الكلية خلال محفظة بومان . هذه العملية تتم نتيجة للضغط العالى فى هذه الشعيرات بسبب الاختلاف فى حجم الشرايين الصغيرة المؤدية إلى الكبة والخارجة منها ؛ السائل فى المحفظة له نفس النسبة المئوية من التركيب مثل بلازما الدم ناقصاً المواد الغروية التى تكون الأغشية غير منفذة لها . الخطوة الثانية هى إعادة الإمتصاص الانتقائى بواسطة خلايا الأنبيبات - معظمها فى الأنبيبة المتوية القريبة ، ولكن أيضاً فى لفة هنلى والأنبيبة المتوية البعيدة . إعادة الامتصاص يستلزم نقلاً نشطاً مع استخدام الأكسجين واستهلاك للطاقة ، لأن المواد تمر من منطقة ذات تركيز منخفض إلى تركيز عال .

الخاصية المثيرة للاهتمام فى إعادة الامتصاص بواسطة الأنبيبات هى الانتقائية . مثلاً ، حوالى ١٠٤٠ جم (٢ ١/٢ رطل) من الملح (ص كل) يمر من الكبات فى الأنبيبات كل يوم ، ولكن عادة ٤ إلى ٨ حم فقط (٠,١٤ إلى ٠,٢٨ أوقية) منها تترك الجسم فى البول . الباقي يعاد امتصاصه فى مجرى الدم . وعلى الجانب الآخر ، البولينا تطرد باستمرار ؛ وهى حوالى نصف المواد الصلبة كلها فى البول (٣٠ حم يومياً) ؛ حيث تكون فى تركيز أعلى بكثير منه فى بلازما الدم (جدول ٧ - ٢) . مواد مثل الجلوكوز ، الصوديوم ، الكليسيوم وتسمى « مواد ذات حد عال » لأنه يعاد امتصاصها بكميات كبيرة ، والمواد التى يعاد امتصاصها بكميات صغيرة (البولينا ، حامض البوليك .. إلخ) تسمى « مواد ذات حد منخفض » . بالإضافة إلى الراشح الكلى وإعادة الامتصاص ، يوجد بعض الإخراج الأنبوى المباشر للمنتجات المتخلفة التى من الصعب أن يتم إخراجها فى الجسم .

إن قدرة كليات الإنسان جديرة بالملاحظة حقاً . فهما يكونان بالكاد ١/٢٠٠ (٠,٥ ٪) من الوزن الكلى للجسم ، ومع ذلك يتسلمان ٢٠ ٪ من حجم الدم الذى يضخه القلب . حوالى ١٧٠٠ كورات (١,٦٠٩ لتر) من الدم تتدفق خلال الكليتان كل يوم ، ولكن حوالى ١٨٠

كوارت فقط (١٧٠ لترًا)، ترشح، ومن هذا السائل ، ١٧٨ كوارت (١٦٨ لترًا) يعاد امتصاصها ؛ وعلى ذلك واحد كوارت أو اثنين فقط (واحد إلى ١,٩ لترًا) تمر إلى الخارج كبول .
وبمعنى آخر ، فإن كمية مكافئة لحجم الدم الكلى ترشح بواسطة الأنبيات حوالى ٣٠ إلى ٣٦ مرة كل يوم .

جسول ٧ - ١ أنسوع الكليسات في الفقاريات

الكليسة الأولية أو كليسة الرأس الأمامية	الكليسة الوسطية أو الكليسة الوسطى	الكليسة البعيدة أو الكليسة الخلفية
التاريخ الجنيني الأولى التي تظهر في الجنين : تظهر عقلياً بعيداً أماماً في تجويف الجسم ؛ كل وحدة بهم نفهذى يفتح من البصر ؛ لا توجد كية	تنمو عقلياً في الجزء الأوسط من تجويف الجسم ؛ بعض الفتحات الكلئية تفتح في السليوم ولكن الإخراج أساساً بواسطة الكيات	الأخيرة التي تنمو ليست عقلية ، عقلية في تجويف الجسم ؛ لا توجد فيها فتحات عيشومية كثير من الكيات ، كل الإخراج خلال مجرى الدم (لا تتكون)
الأسماء والصفات : تصل إلى الرقة ؛ تحصى في الطور البالغ (تبقى في صلب الحجاب)	تصبح كليسة فعالة في الطور البالغ	تظهر بعد الكليسة الأولية ؛ تعمل خلال الحياة الجنينية ؛ تحصى قبل القفس أو الميلاز ؛ القناة تبقى كوعاء ناقل في الذكور
الزواحف ، الطيور تظهر عابرة في الجنين وسرعان ما تحصى		الأخيرة في الطهور ؛ تصبح كليسة فعالة خلال الحياة بعد الميلاز أو القفس

جسول ٧ - ٢ العمل المركزي لكليسة الإنسان

الماء	صوديوم (ص)	كلوريد (كل)	بوتاسيوم (بو)	فوسفات (فو)	كبريتات (كب)	حامض بولييك	بولينا
٩٢	٠,٣٠	٠,٣٧	٠,٠٢	٠,٠٠٩	٠,٠٠٢	٠,٠٠٤	٠,٠٣
٩٥	٠,٣٥	٠,٦٠	٠,١٥	٠,١٥٠	٠,١٨٠	٠,٠٥٠	٢,٠
التركيز بواسطة الكليسة عدد المرات	١	٢	٧	١٦	٩٠	١٢	٦٠

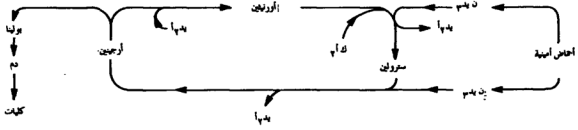
يتم التحكم في الخرج البول بطريق عديدة . الترشيح (الإنتشار من الدم إلى الحفظة) يتأثر مباشرة بضغط الدم . وهذا بدوره ، يتأثر بالأنفريين من الغدة الأدرينالية (قرة ٨ - ٨) الذى يضيق الأوعية الدموية في الكبات . وغمه هورمون أدرينالى آخر ، النوستيرون ، يؤثر على إعادة الامتصاص الثانى للصوديوم والكلوريد فى أنبيبات الكلية وطرده البوتاسيوم . إعادة الامتصاص الثانى للماء هو أكثر وظائف الكلية أهمية . حوالى ٨٠٪ من الماء فى السائل الأنبوى من المحتمل أن يمتزج بواسطة الأزموزية فى الشعيرات . وهناك ماء إضافى يجمع بواسطة لفة هنلى ، فى عملية تنظيم بواسطة هورمون مضاد لإدرار البول تفرزه الغدة النخاعية .

وظيفة الكلية المعتادة لا غنى عنها للصحة ، وأى خلل أو مرض فى الكلية يكون خطراً . بعض الأمراض ، وبالأخص الأوكسالات ، قد تتبلور لتكون حصى الكلية فى حوض الكلية وأحياناً تستلزم الإزالة بالجراحة . محتوى البول قد يتغير نتيجة أحوال غير عادية أخرى . وعلى ذلك فالتحليل البول قد يعطى حلولاً مفيدة للحالة العامة لوظائف الجسم ، صحة أو غير ذلك . المكونات غير العادية فى البول قد تكون الزلال ، الجلوكوز الزائد ، أجسام أسيتونية ، نفايات خلوية ، صديد ، دم ، أو صيغيات الصفراء . إنها حقيقة جديرة بالملاحظة أن إزالة إحدى الكليات ، وحتى جزء من الكلية الثانية ، لا يعوق تماماً العملية الإخراجية الكلية فى الإنسان .

وقد صممت الكلية الصناعية ، وهى الآن ميسرة فى كثير من المستشفيات لحالات من الفشل الكلوى الحاد أو تسمم الدم . الدم يُحوّل من شريان خلال مجموعة أنابيب سيلوفان فى سائل مغلق دوراً ومنه ثانية إلى وريد . السيلوفان به ثقب يحوى نفس حجم الشعيرات الكلية ، وعليه فالمواد سوف تنتشر إلى الداخل أو الخارج معتمدة على التركيز فى كل من الغلاف والدم . يضبط تركيز المواد فى الغلاف ، ومن الممكن إضافة أو إزالة عناصر من الدم حسب الرغبة .

٧ - ٥ المثانة والتبول

يتكون البول بمعدل ثابت تقريباً ، حوالى مليلتر كل دقيقة . ويمر فى الحالين ليتجمع فى المثانة البولية ، ومنها يطرد على فترات خلال مجرى البول . المثانة عبارة عن عضو مجوف كعمى الشكل أسفل التجويف البطنى إلى الأمام . وهى - مثل المعدة - يمكن أن تتكيف لتغير حجمها بدون تغير الضغط الداخلى . العضلات المساء لجدار المثانة تتكيف لتزيد فى الحجم حتى يتجمع ٣٠٠ مليلتر من البول ؛ ثم يتكون إحساس بالامتلاء . ولكن الرغبة فى التبول قد تتمد بواسطة تحكم لا إرادى لعضلة مجرى البول المنقبضة حتى محتوى كل من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ مليلتر . والتبول ، أو تفرغ المثانة ، ينظم بواسطة عدة طرق إنعكاسية ، تستلزم إنسياطاً يتبعه إنقباض لجدار المثانة ، مع إرتخاء للعضلات الإنقباضية فى نفس الوقت . حتى الكميات الصغيرة من البول يمكن أن تمر ببذل جهد يزيد الضغط فى البطن ، وبالتالي تضغط المثانة . حينئذ يصل البول إلى مجرى البول ، يستمر التبول بواسطة فعل إنعكاس ، حتى لو توقف الضغط .



شكل ٧ - ٣ : دورة الأورينين .

٧ - ٦ وسائل أخرى للإخراج

في الحيوانات العليا ، بما فيها الإنسان ، تطرد بعض الفضلات بوسائل خلاف أعضاء الإخراج الأساسية . ثنائي أكسيد الكربون الأيضى يُطرد بطرق مشروحة في فصل ٦ . الماء يتم التخلص منه كبخار خلال الرئتين ، حتى ٢٤٠ مليلتر (٨ أوقيات) كل يوم في الإنسان . بعض منتجات الإخراج الأخرى تطرد مع البراز بما فيها الفضلات من المعادن الثقيلة (الحديد والكلسيوم) ، وأصبغ الصفراء المفرزة بواسطة الكبد أثناء تكسير الهيموجلوبين ، والماء إلى حد ما .

جلد الإنسان ، بغدده العرقية التى يبلغ عددها المليونين ونصف (شكل ٣ - ١) يعمل أيضاً على طرد الماء ، مع الأملاح ، كميات قليلة من ثنائي أكسيد الكربون ، وبعض مخلفات نتورجينية ، الفقد عن طريق التعرق يكون قليلاً عادة ، ولكن أثناء التعرق النشط ، قد يفقد مايربو على ٣ جلونات (١١,١٥ لتر) من الماء في يوم واحد . في مثل هذه الظروف ، الملح (ص كل) اللازم للجسم ، يجب أن يعوض بتناول أطعمة ذات ملح كاف ، أيضاً يجب توافر فيتامين ج . التعرق يعتبر عملية إخراجية عرضية فقط . ولكن وظيفته الأولية هي التنظيم الحرارى . وهو أيضاً يتأثر بالخوف والظروف الطارئة التى يحدث فيها « عرق بارد » .

التنظيم في الجسم

٧ - ٧ الاتزان البدنى

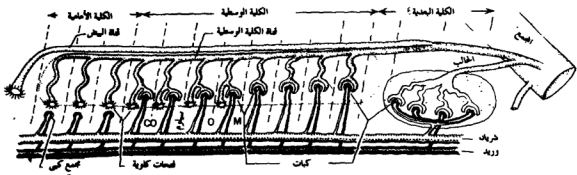
العالم الفسيولوجى الفرنسى الشهير كلود برنارد قال ، « جميع العمليات الحيوية المتنوعة ، لها هدف واحد فقط ، وهو حفظ مظاهر الحياة ثابتة في الوسط الداخلى » . الكائنات الحية تحافظ على حالة داخلية ثابتة إلى حد ما ، تعرف بالاتزان البدنى ، بصرف النظر عن التطرف في بيئتها الخارجية . عموماً ، الدرجة التى عندها قد أنجزت مجموعة معينة استقلالاً في بيئتها هي مقياس لتقدمها التطورى ؛ بعض الأولويات العامة تتأثر بكل عامل تقريباً في الوسط حولها ، في حين أن البشر مستقلون تنوعياً ، بوسيلة أو بأخرى .

يوجد العديد من الوسائل لتنظيم الوسط الداخلي ، ولكن النشاط الانعكاس للجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء المنتج للمهرمونات هي أسس كل التنظيم لحالة الاستقرار . كل جزء من جسم الحيوان خلال كل أطوار النمو والتكاثر ، يكون تحت تأثير هذه الأجهزة . الوضع في حتى أبسط الحيوانات معقد ومفهوم قليلاً للدرجة أن العمليات التنظيمية عموماً تؤخذ في الاعتبار منفصلة ، في ضوء معايير قليلة سهلة القياس ، عن أن ينظر إليها ككل . الضغط الأسموزي ، تركيز أيونات الإيدروجين ، ودرجة الحرارة هي ثلاثة من هذه المعايير ، وكل منها على اتصال وثيق بالماء .

٧ - ٨ التنظيم الأسموزي

يؤخذ الماء مع الطعام إلى داخل الجسم ، وأيضاً إلى حد ما بواسطة الامتصاص في الأنواع المائية . والماء مذيب عام وناقل في البروتوبلازم ، ولا يوجد أي كائن يمكن أن يستغنى عن هذا السائل بسبب خاصيته في الانتشار خلال الأغشية ، فإن الماء هو وسيلة النقل للحفاظ على الحالة الثابتة .

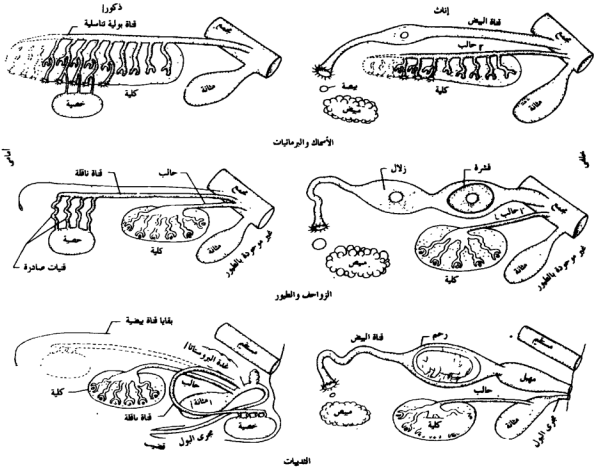
الضغط الأسموزي هو القوة المنتجة بواسطة تركيزات مختلفة من مذيب ومذاب على جانبي غشاء شبه منفذ (فقرة ٢ - ١٩) . في معظم اللافقاريات البحرية ، تكون سوائل الجسم في توازن مع ماء البحر إلى حد ما ؛ أي أن الضغوط الأسموزية في الداخل هي نفسها في الخارج . سوائل الجسم في جميع حيوانات الماء العذب ، لها تركيز ملحي أعلى من الوسط المحيط ، وتميل إلى أن تمتص الماء . وعلى ذلك ؛ فإن المخلوقات قد كونت وسائل متنوعة للتخلص من الماء الزائد . الأوليات تعمل ذلك بواسطة الفجوة المتقبضة ، التي تكون عادة غائبة في الأنواع البحرية . معظم الحيوانات الأخرى تخرج الماء الفائض .



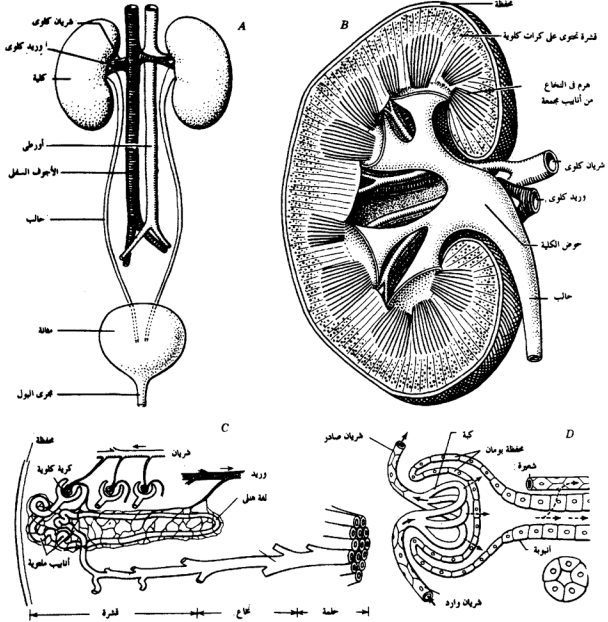
شكل ٧ - ٤ : نماذج أساسية للأجهزة الإخراجية للفقاريات بالنسبة للجهاز الدوري والسليوم ؛ رسم تخطيطي (انظر جدول ٧ - ١) . الكلية الأمامية ، عقلية . قوات مهدبة تجمع الفضلات السائلة من السليوم ؛ عقدة (كبة) من شعيرات دموية مجاورة . الكلية الوسطية ، عقلية . البعض به قوات مهدبة مفرجة ، وأخرى بدون ؛ فرع من القناة حول عقدة من شعيرات دموية يكون كبة . الكلية الخلفية ، غير عقلية . مجموعات مركزة من الكبات تصرف لقناة واحدة كبيرة ؛ لا توجد فتحة للسليوم (قارن شكل ٧ - ٥)

الكورمورانت ، التورس وغيرها من الطيور البحرية ، تشرب ماء البحر لاحتياجاتها الداخلية .
يمتص الماء بواسطة جدار المعي والزيادة في الأملاح تمر في تيار الدم إلى زوج من غدد تفرز الأملاح
تقع بالقرب من الأوعية ، ولها قنوات كؤدى إلى فتحات الأنف . الإفراز الذى يُدفع خارجاً له
محتوى ملحي أعلى من ماء البحر . الزواحف البحرية ، وبعض الزواحف الأرضية تخرج أيضاً الملح
بواسطة الغدد الأنفية ، والإجوانا البحرية تدفع السائل في مجرىين لمسافة قدم أو أكثر . غدة المستقيم
في القروش تؤدي نفس المهمة .

إخراج الماء أو الإحتفاظ به يتوقف على المحتوى المائى للجسم ككل . في الإنسان ، التعرق الزائد
ينقص حجم السائل الذى يمر إلى الخارج في البول ، كما أن شرب كميات من السائل يزيد الخرج
البولى . توازن الماء يُنظم إلى حد ما بواسطة العطش ، الذى يتغير بدرجة كبيرة مع حالة التقيؤ ،



شكل ٧-٥ : الأجهزة البولية التناسلية في الفقاريات ؛ جانب واحد فقط أو نصف الجهاز لكل مين في
الرسم . للحيوان الفقارى الذكر ، الأماكن الأولية (الجينية) للخصبة والقناة النافذة مينة بواسطة خطوط
مقطعة .



شكل ٦ - ٧ : الجهاز البولي التناسل للإنسان . (أ) الجهاز كامل ، منظر بطني . (ب) كلية واحدة في مقطع وسطي . (ج) علاقات الكريات الكلوية ، الأنبيبات والأوعية الدموية . (د) كلية واحدة والأنبيبات المجاورة (مينة أيضاً في قطاع عرضي) - الأسهم المصمتة بين شريان الدم ، والأنسجة لخفاضة تين المر الإخراجي . (ج ، د) تخطيطي ومكبر كثيراً .

و بواسطة عمل الكلية ، الذى يتأثر بالهورمون المضاد لإدرار البول الذى يفرزه الفص الخلفى من الغدة النخامية . فى غياب هذا الهورمون ، تقل عملية إعادة الامتصاص بواسطة أنابيب الكلية .

طريقة التنظيم آتية ، لأن الزيادة فى الضغط الأسموزى فى الدم تسبب زيادة فى إفراز الهورمون . وهذا ، بدوره ، يحفز إعادة الامتصاص ، وعليه يحافظ على الماء . الكحول يثبط إفراز الهورمون المضاد لإدرار الماء ، وعليه فله تأثير مجفف . الكافيين يعمل كمدر للبول عن طريق زيادة معدل الترشيح الكلى وبتقليل إعادة امتصاص الماء بواسطة خلايا الأنابيب . الجسم ، لا ينظم الماء فحسب ، ولكنه يحفظ الأيونات المختلفة فى حالة ثابتة (توازن أيونى) مثلاً ، أيونات الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكلوريد ، والكبريتات تكون عادة بتركيزات مختلفة فى سوائل الجسم وفى الوسط المحيط . وهذا ينتج من الإخراج الانتقائى .

٧ - ٩ تنظيم ال PH

يختلف تركيز أيونات الألدروجين لمعظم سوائل الجسم ، ولكنه يكون عادة بين PH ٧ ، ٨ . الوسيلة المنظمة ، بواسطة الدم فى هذه الحالة ، هى العمل المنظم لتلك الأيونات غير العضوية ، مثال الكربونات والفسفات الأزواج الأيونية ، مثل يد فو أ ٢ - ، يد فو أ ٢ - ، ك أ ٣ - ، يد ك أ ٣ - تعمل كمُنظّمات بواسطة الاتحاد مع يد+ الزائد مثلاً ك أ ٣ - ٢ - تكون يد ك أ ٣ - مسببة نقصا فى الكربونات ، وزيادة فى البيكربونات ، واختزالاً فى تركيز أيونات الألدروجين الحرة يد+ . حينما يصبح الدم قلوياً جداً ، تكون هذا التفاعل عكسياً . وعلى ذلك ، فإن كمية كبيرة من حامض أو قاعدة قد تمتص بدون حدوث تغيير فى ال PH فى سوائل الجسم .

٧ - ١٠ تنظيم الحرارة

الأبيض فى الحيوان ينتج حرارة (التى يمكن أن تقاس وتعرف بالكالورى ؛ أنظر فقرة ٤ - ١١) . غير أن درجة حرارة الجسم فى أى وقت معين ، هى دالة للحرارة الناتجة ، المحفوظة ، والمفقودة . فى معظم الحيوانات ، يكون الأبيض منخفضاً ، ولا تختلف درجة حرارة الجسم كثيراً عن تلك التى للوسط . مثل هذه الحيوانات تسمى ذات الدم البارد ، رغم أن سوائل أجسامها فى الواقع قد تكون نسبياً دافئة أو باردة ، تبعاً للتقلبات فى درجة الحرارة الخارجية . كثير من الزواحف تحافظ على درجة حرارة أجسامها عند مستويات « مفضلة » بواسطة تغيير ما يعرض منها للشمس . التنظيم فى مثل هذه الحالات يكون بواسطة السلوك . الطيور والثدييات هى ذات الدم الحار ، أو ثابتة الحرارة . للمحافظة على هذه الحالة ، فإن إنتاجها للطاقة يزداد كلما انخفضت درجة الحرارة الخارجية ، وعلى ذلك تبقى درجة حرارة الجسم ثابتة تقريباً . درجة الحرارة المعتادة للإنسان ، حينما تؤخذ من الفم ، تكون حوالى ٣٧°م (٩٨,٦°ف) . وهى تختلف فى حدود درجات قليلة لأسباب عديدة ، أهمها هى الإصابة . التنظيم الحرارى يتأثر بسرير المخ الذى يعمل كمُنظم حرارى فى القلنس البارد ، يزداد الأبيض من خلال النشاط العضلى ، بما فى ذلك القمل اللاإرادى للرعدة ،

وبعض من هذه الطاقة تكون على هيئة حرارة . أثناء الطقس الدافئ ، تفقد الزيادة في الحرارة بطريقتين . تتسع الأوعية الدموية في الجلد للدرجة أن الحرارة تؤخذ للسطح بسرعة أكبر ، ويزداد نشاط الغدد العرقية . فقدان الحقيقى للحرارة يكون أكبر خلال الإشعاع من سطح الجسم واستخدام الحرارة في عملية تبخر الماء . الرطوبة الزائدة تعوق التبخر ، وتعتبر هي سبب القلق (الشعور بالضيق) في الأيام الحارة الرطبة . الملابس لا تنتج حرارة ، ولكنها تبقى طبقة من الهواء الدافئ الرطب بينها وبين الجلد ، وعليه تقلل من فقدان الحرارة نتيجة التبخر والإشعاع. التبخر عن طريق التنفس الزائد ، هو وسيلة هامة لتنظيم درجة الحرارة في الحيوانات مثل الكلاب التى لا تعرق .

٧ - ١١ اليات الشتوى

كثير من الحيوانات ذات الدم البارد ، تختفى في أماكن عمية أثناء درجات الحرارة المنخفضة للشتاء ، لتجنب الموت بفقدان الحرارة أو بالتجمد . درجة حرارتها تصبح عملياً تلك التى للأوساط المحيطة بها ، والأبيض يهبط لمستوى منخفض جداً وتكون على ذلك في « النوم الشتوى » أو اليات الشتوى . بعض من الحيوانات ذات الدم الحار مثل السنجاب الأرضى ، والسنجاب الأمريكى ، وبعض الخفافيش تبيت أيضاً أثناء الأوقات الباردة من السنة ، حينما يكون طعامها نادراً . ثم تتبع درجة حرارة الجسم تلك التى للأوساط المحيطة . أثناء هذه الفترة ، يتوقف التنظيم الحرارى المعتاد ، وفسولوجية الحيوان كلها تصبح متحورة - معدل ضربات القلب ، إستهلاك الأكسجين والأبيض كلها تختزل كثيراً .

٧ - ١٢ التنظيم المورمونى

في النهاية يبدو أن الأجزاء المختلفة للغدة النخامية (فصل ٨) مسئولة أولاً عن تنظيم المورمونات الخاصة التى ، يدورها، تحافظ على توازنات معينة في الحالة المستقرة للجسم . وعلى ذلك فإن الثيروتكسين ، الذى تفرزه الغدة الدرقية ، ينظم الأيض العام ، الغدد جار الدرقية تنظم أبيض الكالسيوم ، والأنسولين ، المفرز بواسطة جزر لىجرهانز في البنكرياس ، يحافظ على مستوى الجلوكوز في الدم . الإنتاج المنخفض للأنسولين يسبب مرض السكر المعروف (ديابيتس مللىس) .

٧ - ١٣ الدم في التنظيم

في الحيوانات العليا ، يكون الدم الدائر هو الأداة الناقلة للحفاظ على الحالة المستقرة . بجانب حمل المواد الخام والنواتج المختلفة عن الأيض ، فإن الدم يحمل الماء ، المورمونات ، والأنزيمات ، ويعمل أيضاً كوسيلة دفاع ضد غزو الكائنات الضارة .

خلايا الدم لها عمل التهامي مباشر، غير أن الدم يلعب أيضاً دوراً حيوياً في مناعة الجسم ضد الإصابة . حينما يُدخّل بروتين غريب (بكتيرى أو سم) ويهدد بإحداث خلل في « حالة الإستقرار » ، فإن الأجسام المضادة تتكون عادة . تلك حالات خاصة جداً وتواجه بمناعة لفترات من أشهر قليلة أو عدة سنوات أو طوال حياة الفرد (أنظر فقر ٥ - ٧) . بعض الأفراد يصبحون حساسين جداً لبروتينات خاصة ، مثل أنواع معينة من غبار حبوب اللقاح التي يسبب حمى القش أو الربو . سوائل الجسم لكل حيوان يكون إلى حد ما في حالة استقرار متوازنة مع جميع المواد وعوامل الإصابة في بيئته . هذا الجهاز المعقد قد يصاب بعطل من آن لآخر ، مؤدياً إلى نتائج خطيرة أو حتى مميتة .

٧ - ١٤ المستويات التنظيمية

ما نعرف « بحالة إستقرار » ليست حالة سكون فردية ، ولكنها توازن ديناميكي لعدة أجهزة تنغير في الأطوار المتابعة من النمو . وفوق ذلك ، فهي توجد عند كل المستويات . فتوجد حالة الإستقرار الخلوية التي بها تكون الخلايا الفردية محتفظة بتوازنها مع وسطها الخلوى ؛ يوجد تنظيم على المستوى النسيجي ، على المستوى العضوى ، وفي النهاية على مستوى الكائن كله . التنظيم وحالة الإستقرار يكونان قواعد الحياة .

مراجعة

- ١ - في الفحوصات الطبية للإنسان ، تؤخذ عادة عينة بول . ماذا يمكن معرفته عن صحة إنسان ما من مثل هذه العينة ؟
- ٢ - صف الأصل المحتمل وتطور كليات الفقاريات .
- ٣ - أية أسس فيزيائية تكون فعالة في وظيفة الكلية ؟
- ٤ - أية مواد متخلفة تطرد من الجسم من مكان آخر غير الكليات في الإنسان ؟ أية عمليات تتم ؟
- ٥ - عرف محفظة بومان . الكلية ، لفة هنلي ، القشرة ، النخاع .
- ٦ - ما هو التركيب المتعاد للبول ؟ كيف تتوقع أن يتغير هذا في يوم حار جداً ؟
- ٧ - أين يخزن البول في جسم الإنسان ، وكيف يطرد على فترات ؟
- ٨ - ماذا يقصد بالإتزان البدني ؟ كيف تستخدم درجته من النمو كمقياس للتقدم التطوري بين الحيوانات ؟
- ٩ - ما هما الطريقتان الأساسيتان المستولتان عن حفظ « حالة الإستقرار » في الإنسان ؟
- ١٠ - كيف ينظم الجسم توازن الماء ، الأملاح ، ودرجة الحرارة ؟
- ١١ - ما هو دور الغدة النخامية بالنسبة لحالة الإستقرار ؟
- ١٢ - بأية طرق يحافظ الدم على حفظ حالة الاستقرار ؟
- ١٣ - كيف تتكون البولينا ؟

الفصل الثامن

الغدد أو الأجهزة الصماء

الغدد هي خلايا أو مجاميع من الخلايا متخصصة في التركيب والوظيفة لتنتج مواداً تلزم في عمليات الجسم ؛ تلك المواد تُخَلَق من عناصر في الدم أو الليمف . معظم الغدد تصب منتجاتها في قنوات وتسمى غدد ذات إفراز خارجي (خارجية الإفراز) . الغدد اللعابية والكبد ، مثلاً ، لها قنوات تحمل إفرازاتها إلى أجزاء من القناة الهضمية ، في حين أن الغدد الثديية والعرقية تصب خلال فتحات على سطح الجسم . بالإضافة إلى ذلك ، توجد غدد أخرى بدون قنوات ، تحمل إفرازاتها بواسطة الدم إلى أجزاء الجسم المختلفة . تلك هي الغدد الصماء ، ومنتجاتها تسمى هورمونات أو إفرازات داخلية . كميات دقيقة من هذه المواد داخلية الإفراز تؤدي دوراً تنظيمياً هاماً على كثير من وظائف الجسم ، تحفز أو تثبط التكوين ، النمو ، والأنشطة مختلف الأنسجة ، كما تؤثر على سلوك الفرد .

٨ - ١ التنظيم بالغدد الصماء

معظم أو جميع أنشطة الغدد الصماء مرتبطة ببعضها ، وتعمل مع بعضها للدرجة أننا قد نتحدث عن جهاز غدد صماء ، وهذا الجهاز بالتنسيق مع الجهاز العصبي يعمل على تنظيم وظائف الجسم . ويمكن مقارنة هذا بمصنع حيث تتخذ قرارات سريعة في الحال بواسطة العمال والمشرفين (مماثلة للمؤثرات العصبية في الجسم) ، في حين أن التنظيمات طويلة الأجل والسياسات العامة تخطط بواسطة الإدارة العليا (غدد صماء بالتعاون مع أجزاء من الجهاز العصبي) .

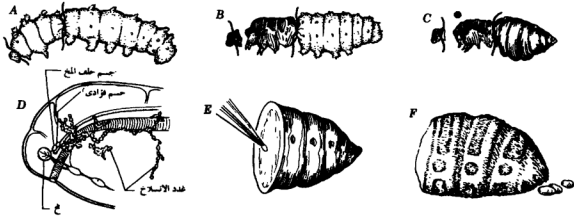
الطرق الصحيحة التي بها تؤثر إفرازات الغدد الصماء في العمليات الفسيولوجية غير معروفة غالباً . معظمها ينتشر حراً ليحدث إستجابات فورية . أيضاً ، تتحول أو تتكسر فتكون تأثيراتها غير مستديرة مالم يكن ميسراً إمداد مستمر منها . المواد الأساسية التي تتكون منها الهورمونات ظهرت مبكراً في التطور البيوكيميائي وتحدث في جميع الكائنات عديدة الخلايا . المعرفة بكميائية الهورمونات قد تقدمت بتخليق هورمونين ؛ ثيرونكسين ؟ أيتنفرين (أدريالين) ذات جزئيات

بسيطة إلى حد ما . التجارب توضح أن الهرمونات ليست خاصة للحيوانات التي تُنتج منها ، ولكنها قد تؤثر في العمليات البدنية لحيوانات أخرى كثيرة . فمثلاً ، الأدرينالين له تأثير على الأوليات والعديد من القشريات بجانب الإنسان والفقاريات الأخرى .

وثمة تأثيرات متبادلة قد وجدت بين النباتات والحيوانات . الأوكسين ، وهو هورمون النمو في النباتات ، يبه الحيوان الأولى يوجلينا فريديس ؛ وبعض هورمونات الحيوانات تحفز النمو في أطراف الجنود للنباتات التي أزيلت رعوها ، وأصبحت محرومة من إمداد من هورمون النمو الخاص بها . مدى تواجد الهرمونات في الكائنات لا يزال غير معروف ، ولكنها أو مواد مماثلة لم تكتشف بعد يجب أن تكون منتشرة .

٨ - ٢ هورمونات اللافقاريات

يوجد دليل على وجود هورمونات في الديدان المفلطحة ، الحليقيات ، الجلد شوكيات ، الرخويات ، ومفصليات القدم . القشريات لها عدة تركيبات صماء : عضو الغدة الجيبية ، العضو التاموري ، الغدة منشطة للذكورة ... الخ . توجد خلايا عصبية إفرازية على امتداد الجهاز العصبي المركزي ، وأحد التجمعات الرئيسية توجد في عضو X في ساق العين . هورمونات ساق العين تؤثر في الانسلاخ ، التكاثر ، وحركات الصبغ في خلايا الشبكية والخلايا البدنية .



شكل ٨ - ١ التنظيم الهرموني للتحور في يرقات فراش السكرويا (هياولفورا سكرويا) (أ) أربطة معقودة خلف الرأس والصدر قبلما يفرز الهرمون المنشط (AH) من المخ ؛ لا يحدث تحور . (ب) أربطة معقودة بعد ما يكون AH قد دار خلال الجسم ، ولكن قبلما تشط غدد الانسلاخ (قبل الصدرية) ؛ الرأس والصدر يتحوران (ج) أربطة تفقد بعد ذلك ؛ غدد الانسلاخ الآن منشطة ، AH سرى خلال الجسم ، التحور تام . (د) أماكن الأجسام خلف اغية وغدد الانسلاخ في رأس اليرقة . (هـ) الغدد الخية والصدرية الأمامية من يرقة مودة منزوعة في بطن منفصل لملءاء . (و) هورمونات تحث التحور للطور اليافع ، ويض موضوع - اليرقات منقطة ، المنراعات مخططة . الطور اليافع مشعر : (عن ك . م . وليامز ، ثبت يولوجي ، ١٩٥٢ ، ١٩٤٨) .

الإنسلاخ والتحول في الحشرات تنظم بواسطة إفرازات داخلية . في البق (روديس) ، يوجد هورمون من جسم خلف المخ (كوريس ألاتم) يثبط التحور ، في حين أن هورموناً آخر من خلايا عصبية إفرازية في الجزء بين الخي من المخ يحفز الإنسلاخ والتميز . تحور العنقاء الساكنة شتاءً إلى الطور اليافع في فراشة دودة الحرير (هيلوفورا سيكرويا) ينتج من تأثير هورمون المخ المنشط على الإنسلاخ (شكل ٨ - ١) . في الطليعة ، برودة الشتاء ضرورية لتنتهي فترة السكون التي تسبق التحور . بعد البرودة ، يفرز هورمون النمو والتميز ، أكديسون ، بواسطة غدد أنسلاخية في مقدمة الصدر . الإنتاج يطلق بواسطة هورمون آخر (AH) تنتجه خلايا عصبية إفرازية للجزء بين الخي في المخ . AH يحمل في محاور الألياف العصبية إلى كوربور أكاردياكا خلف المخ ، ينطلق هناك في الدم ، ومن ثم يجرى إلى غدد الإنسلاخ . التجارب التي توضح هذه الأنشطة اللاقوية هي كما يلي :

١ - العنقاء العادية لا تتحول إذا تركت طوال الشتاء عند درجة حرارة الغرفة ، ولكنها تتحول إذا حفظت عند ٥٥ م° .

٢ - إذا ما وصلت يرقة باردة وأخرى غير باردة جراحياً (الانحام التشريحي الفسيولوجي : بارابويوس) وعليه يختلط مجرى الدم فيها ، فإن كليهما تتحول ؛ المورمون من إحداها ينتقل في الأخرى .

٣ - إذا ما شُرحت عنقاء باردة إلى جزئين ، رأس صدر ، وبطن ، الأول يتحول إلى أجزاء أمامية عادية للطور اليافع ، ولكن الثاني لا يتحول . ولكن إذا زرعت في الجزء الثاني مخ والغدد الصلدية الأمامية ، فإنه يصبح بطناً عادياً ، وقد يضع بيضاً .

٤ - إذا أزيل المخ من ثمان يرقات باردة ، ثم وحدث مع بعضها البعض في سلسلة ، وزرع مخ في الأولى ، فالمجموعة كلها سوف تتحول بالتتابع .

في الحياة اليرقية المبكرة ، تفرز الأجسام خلف الخفية هورموناً منبطاً يسمى هورمون حديث السن (نيوتينين) وهو ينشط نمو اليرقة وتميز تركيباتها . النيوتينين يتفاعل مع أكديسون لينشط البلوغ اليرقي لكل طور في النمو . ومن الواضح أن تركيزه ينخفض تجاه نهاية الطور اليرقي ، ليمسح للأكديسون أن يحفز الإنسلاخ . إزالة الجسم خلف المخ في يرقة صغيرة تبعة حالات غير ناضجة من تكوين العنقاء ، والتحول ، وظهور طور يافع مصغر . وعلى ذلك يبدو أنه يوجد في الحشرات هورمونان يختصان بالنمو : واحد يختص بالتركيبات اليرقية والآخر بالتركيبات اليافعة - الإنثان يشتركان معاً في النمو المعتاد .

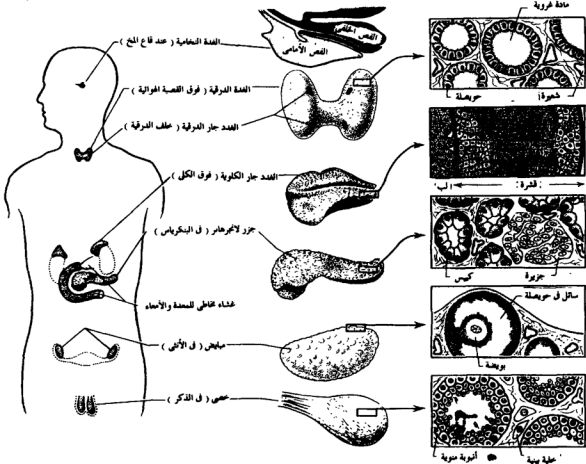
كثير من الحشرات أيضاً تنتج مواداً تسمى الفيرومونات وهي مواد كيميائية تؤثر على سلوك أفراد أخرى من نفس النوع . مثال ذلك ، غملة عائدة من مصدر غذاء تفرز رائحة كيميائية تجذب الحمل الآخر من نفس النوع نحو الطعام . حينئذ ينفذ الطعام ، بفشل الحمل في وضع الرائحة ، وتبخر المادة الكيميائية بسرعة . تمتنع الحمل الآخر من الذهاب في مهمة فاشلة . بعض الحشرات تفرز فيرومونات تعمل على جذب أو إثارة أفراد من الجنس المضاد من مسافة طويلة . تلك الكيماويات تكون مؤثرة

في كميات ضئيلة للغاية ، وأيضاً قادرة على الجذب من مسافات من ميل إلى ميلين . الطبيعة الكيميائية لبعض الفيرومونات قد تحددت ، وهي لا تتبع لأى مجموعة فردية من المكونات الكيميائية . الاستخدام العملى للفيرومونات قد أجرى في مقاومة الآفات ، وبالذات لقراش الفجر حيث أن المصائد المزودة بفيرومون جنس أنثوى كطعم ، كانت مؤثرة في صيد القراش الذكور .

٨ - ٣ هورمونات الفقاريات^(١)

في الفقاريات العليا وفي الإنسان (شكل ٨ - ٢) تشمل الغدد الصماء الغدة النخامية ، الصنوبرية ، الرقية ، الغدد جار الدرقية ، الأجسام الخيشومية الأخيرة ، جرز لانجرهانز ، الغدد فوق الكلوية ، المناسل ، أجزاء من المخاطية المعدية والمعوية ، والمشيعة في بعض الثدييات . وظيفة الجسم الصنوبرى والأجسام الخيشومية الأخيرة غير معروفة . موضع ، تركيب ، ووظائف الغدد

الغدد الصماء في الإنسان



شكل ٨ - ٢ : الغدد الصماء في الإنسان

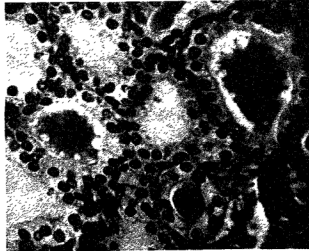
(١) انظر أيضاً تنظيم الأنشطة الإفرازية في المضم (فقرة ٤ - ٨) ، اليود والغدة الدرقية (فقرة ٤ - ١٢) ، وتنظيم الإفراز (فقرات ٧ - ٧ ، ٧ - ٨) .

الصماء متشابه فيما بين الفقاريات ويعتقد أنها سلسلة متجانسة ، تباين في التفاصيل .

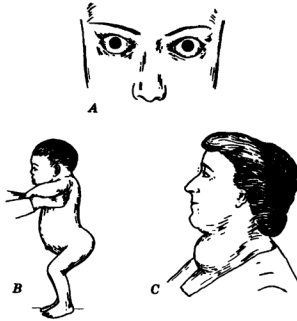
المعرفة بالغدد الصماء للفقاريات قد تقدمت كثيراً خلال الأبحاث التجريبية منذ حوالى عام ١٩٢٠ . الغدد الصماء تدرس بواسطة (١) إزالة الغدد من أى من الحيوانات الصغيرة أو اليافعة ؛ (٢) زرع الغدد في كائنات من أعمار مختلفة ؛ (٣) التغذية بمادة الغدة أو مستخلص منها ؛ (٤) حقن المستخلص في الجسم ؛ (٥) ملاحظة الأفراد بغدد مريضة . النقص في إفراز معين يسمى هايبر - ، والزيادة تسمى هايبر - مثلاً ، مع الغدة الدرقية ، الإمداد الضئيل يسمى القصور الدرقي ، والزيادة تحدث إفراطاً درقياً . علم الغدد الصماء له تطبيقات هامة في الطب البشرى ، وبعض التأثير في إنتاج الحيوانات الأليفة . تركيب ووظيفة الغدد الصماء توصف هنا مع الإشارة الخاصة للإنسان .

٨ - ٤ الغدة الدرقية

هذه الغدة ، وهى فصان متصلان ببرزخ ، تقع على جانبي القصبة الهوائية أسفل الحنجرة . وهى تتركب من أكياس عديدة كروية مغلقة أو حويصلات ذات حجم مجهري ، مبطنة بخلايا مكعبة ومحاطة بأوعية دموية وأعصاب (شكل ٨ - ٣) . الحويصلات ممتلئة بمادة غروية تحتوى على هرمونات ثايروكسين (ك١٥ يد ١١ أ١٤ نكل ١٤ ؛ حوالى ٦٥٪ يود وزناً) ، ترى أيودوثايرونين ، ينظم الأيض العام للجسم وكذلك النمو والنمو الجنسي . فى الحالة العادية تنتج كمية متباعدة من ثايروكسين متوقفة على العمر ، الجنس ، وعوامل أخرى . التنظيم يكون بواسطة هورمون منبه للغدة الدرقية (TSH) من الغدة النخامية ، المنظم بواسطة سرير المخ . الغدة الدرقية ، بالتالى تؤثر على الغدد الصماء الأخرى بما فى ذلك قشرة الغدة جار الكلوية والمناسل . مع نقص إنتاج الثيروكسين ، يكون الشخص أقل نشاطاً ، كسولاً ، ويشعر « بالبرد » بسبب انخفاض الأيض



شكل ٨ - ٣ : صورة للغدة الدرقية فيها مادة غروية فى حويصلات مستديرة



شكل ٨ - ٤ : إختلالات في الغدة الدرقية . نشاط مفرط للغدة الدرقية : (أ) جحوظ العين ، بروز كرات العين . (ج) جويتر ، زيادة في نمو الغدة الدرقية - قصور درق : (ب) طفل قزم ، نتيجة لنقص في إفرازات الغدة الدرقية . (ب ، ب) عن هوسكنز ، المد والجزر في الحياة ، و . و . نوروتون وشركاه ، محدودة جد ، عن روبسون ، غدد الحياة الغامضة عندنا : شركة يوجنس للنشر .

العام . هذه الحالة يمكن التغلب عليها بجرعة يومية من ملليجرامات قليلة من مستخلص الغدة الدرقية (محضر من الغدة الدرقية للبقرة) . بخلاف الهرمونات الأخرى ، فإن الثيروكسين لا يهضم بسهولة ، وعليه يمكن إعطاؤه عن طريق الفم . الإفراط في النمو أو النشاط الزائد للغدة في الإنسان يسرع الأنشطة البدنية (الأبيض القاعدي) ، التي تزيد كلا من إنتاج الحرارة وضربات القلب . وعادة تشفى الحالة بإزالة جزء من الغدة جراحياً أو بتعطيل جزء منها باليود المشع (ي^{١٣١}) لتقليل كمية الثيروكسين في الجسم . الحالات القصوى من النشاط الدرقي المفرط غالباً ما يؤدي إلى ظهور إثارة عصبية وتضخم الغدة الدرقية مع جحوظ في مقبلي العينين (شكل ٨ - ٤ أ) . إذا ما أزيلت الغدة الدرقية في حيوان صغير ، ينفق النمو الهيكلي ويفشل البلوغ الجنسي ، إذا أزيلت من أفي ذنبه ، فإنه لا يتحول إلى ضفدع . غير أن النمو المعتاد يعود إذا ما زرعت الغدة الدرقية أو أطلعت أو حقن مستخلص منها .

نقص اليود في التربة والماء يحدث في المناطق الجبلية وأماكن أخرى بعيدة عن البحر ، مثل منطقة البحيرات الكبرى ، الألب والهمالايا . التضخم المزمن للغدة الدرقية ، المعروف بالجويتر ، غالباً ما يحدث ليعوض عن النقص (شكل ٨ - ٤ ج) . إذا كان النقص شديداً ، تحدث القماعة (حالة

مرضية خلقية (cretinism) بين الأطفال . القمىء (شكل ٨ - ٤) قرم في الحجم ، وله جلد سميك منتفخ وملامح وجهية خشنة ؛ الأبيض القاعدى لديه منخفض ، وأعضاؤه الجنسية لا تنمو ؛ النمو العقلى متأخر بدرجة شديدة ، والكثير منهم بلهأ أو معتوهين والصمم والبكم يعتبر شائعاً . النقص المقارن بين اليافعين ، يسبب إديما مخاطية (ورم مخاطى جلدى) ، يتميز بجلد سميك منتفخ ؛ شعر ضئيل خشن ؛ أبيض منخفض ؛ اضطراب فى الوظيفة الجنسية ؛ وبلادة ذهنية . العلاج بمستخلص الدرقية ، إذا بُدئ مبكراً ، يدفع الصغار المصابين بالبلالة نحو نمو معتاد ، وعادة يشفى اليافعين المصابين بالإديما المخاطية .

فى مناطق ذات النقص فى اليود ، نجد أن إضافة اليود للغذاء ، كملح معالج باليود ، يمنع حدوث مثل هذه العيوب .

الغدد جار الدرقية

خلف الدرقية أو مدفوناً بها جزئياً يوجد زوجان من غدد جار درقية صغيرة بيضية . إفرازها ، باراثورمون ، ينظم تركيزات الكالسيوم والفسفور فى بلازما الدم ، ويؤثر فى أبيض تلك المواد فى الجسم . إزالة الغدد يتبعه ارتعاش عضلى وانقباضات تشنجية ذات عنف متزايد ، مؤدية إلى تشنجات قاسية (تشنج جار درقى : Parathyroid tetany) وإلى الموت . المحقن بمستخلص الغدة جار الدرقية يوقف هذه الآثار . الإنتاج الزائد من إفراز الغدة جار الدرقية يرفع مستوى الكالسيوم فى الدم ، وقد يسحب الكالسيوم من العظام . لا تعرف غدد جار درقية بين الأسماك .

٨ - ٦ المخاطية المعدية والمعوية

يوجد دليل عن العديد من الهرمونات تنتج فى خلايا مبطنه للمعدة والأمعاء الدقيقة تنظم إفراز الإنزيمات الهضمية . سيكريتين (شكل ٤ - ٧) من الجدار المعوى ينبه إفراز العصارة البنكرياسية والجاسترين من مخاطية المعدة يعمل بالمثل للعصارة المعدية .

٨ - ٧ جزر لانجرهانز

فيما بين مادة البنكرياس ، بالإضافة إلى النسيج الغدى المفرز للإنزيمات الهاضمة التى تمر خلال القناة البنكرياسية إلى الأمعاء ، توجد مجاميع عديدة صغيرة من الخلايا ، جزر لانجرهانز ، وهى من أشكال مختلفة وتعامل مختلف مع الأصباغ ، كما أنها غير متصلة بالقناة الهضمية . وتلك الخلايا من نوعين ، خلايا ألفا التى تنتج جلوكاجون ، وخلايا بيتا التى تنتج أنسولين . والأنسولين يعمل على تنظيم دخول السكر إلى الخلايا فى العضلات ، الأنسجة الضامة ، والخلايا التى تحلق الدهن . ينخفض الأنسولين مستويات السكر فى الدم ، فى حين أن الجلوكاجون له تأثير مضاد عن طريق تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز ، عملية تسمى تحلل الجليكوجين .

المرض في الجزر أو إزالة البنكرياس يتبعه زيادة في السكر في الدم والبول ، حالة تسمى بمرض السكر (diabetes mellitus) . سلفا كان ذلك مميتاً في الأطفال واليافعين الصغار وكان سبباً هاماً للموت بين الناس الأكبر سناً ، ولكن تأثيره يمكن منعه الآن إلى درجة كبيرة بالحقن اليومي بالأنسولين ، في بعض الأمراض تنتج زيادة في الأنسولين ، متسببة في نقص عنيف في مستوى سكر الدم .

ويقارن هذا بالحالة المتسببة عن الحقن بجرعة زائدة من الأنسولين في شخص مصاب بمرض السكر . صدمة الأنسولين الناتجة ليست مختلفة عن بعض أشكال السكر ، ويمكن تخفيفها عن طريق أكل سكر ، وبالتالي رفع مستوى السكر في الدم . للأغراض الطبية ، يستخلص الأنسولين من بنكرياس الماشية والخراف الذي يحصل عليه من السلخانات .

٨ - ٨ الغدد جار الكلوية (فوق الكلوية)

تقع هاتان الغدتان الصغيرتان بجوار الطرف الأمامي أو العلوي للكليتات ، ولها إمداد دموي غني غير عادي . وتتركب كل منهما من قشرة خارجية ونخاع داخلي ذات اختلاف في التركيب المجهرى والأصل الجنيني . في الضفادع تقع الغدة جار الكلوية على طول السطح البطنى للكلية ، وفي القروش تكون القشرة والنخاع تركيبين منفصلين .

النخاع يقع تحت سيطرة الجهاز العصبي السيمبتاوى . وينتج أئينفرين (أدرينالين) ونورأئينفرين (نور أدرينالين) . أئينفرين يعمل على تدعيم الإحتياجات الأيضية المفاجئة للجسم عند حالات الطوارئ . وهو يزيد خرج القلب ويوسع الأوعية الدموية ، محولاً الدم إلى أماكن حيث يُحتاج إليه أثناء الجهد . المورمون في العضلات المساء للشعبيات الهوائية في الرئة (ومن ثم يشفى من أزمات الربو) ، ويبطئ الحركات العضلية للأعضاء ، وأيضا يسرع عمليات تحول الجليكوجين إلى جلوكوز . جزء أو جزءان في كل بليون من أئينفرين تعتبر عادية في مجرى دم الإنسان ، ولكن تحت ضغط عاطفى ، مثل الخوف أو الغضب ، تفرز كميات إضافية فجأة ، ويتحول الدم من الأحشاء إلى العضلات والمخ ، حتى أن الفرد يكون مستعداً «للعراك أو الحرب» .

النور أئينفرين يسبب ضيق الأوعية الدموية ويحدث توتراً عضلياً على امتداد الجهاز الدورى . وله أيضاً تأثير مماثل ، ولكن بدرجة أضعف ، للأئينفرين على مستوى سكر الدم وانقباضات العضلات المساء ، بخلاف الغدد الصماء الأخرى ، وإزالة النخاع الأدرينالى بعملية جراحية توقف إفراز هورموناته ، لا يسبب إختلالاً ذا شأن في حيوانات التجارب . من الممكن أن يقوم الجهاز العصبي الذاتى بالعمل في غياب هذه الهورمونات في الوسط المعزول للمعمل . الوضع قد يكون مختلفاً في الحالات الطبيعية . القشرة ، أو الجزء الخارجى للغدة جار الكلوية تنتج عدة مواد ، كلها ستيرويدات . وتميز إلى ثلاث درجات : (١) كورتيكويدات معدنية ، تؤثر في أبيض الصوديوم واليوتاسيوم ؛ (٢) جلوكوكورتيكويدات ، تؤثر في أبيض الكربوهيدرات والبروتينات ؛

(٣) أندروجينات ، تؤثر في النمو الجنسي ، الأكثر أهمية في تلك الهرمونات هو ألدوستيرون من الكورتيكويد المعدني ٢ الكورتيزول والكورتيكوستيرون من الجلو كورتيكويدز . الكورتيزول (أو الهيدروكورتيزون) مفيد في معالجة بعض أنواع التهاب المفاصل . التأثير العام لهذه الاسترويدات هو مساعدة الجسم في مكافحة البرد ، بعض المتطلبات البيئية ، أو الإصابة ، والمساعدة في تنظيم أيض الكربوهيدرات وتوازن الألكتروليت .

الإزالة التامة لكل الغدتين جار الكلوتين يتبعه الموت في غضون ١٠ إلى ١٥ يوماً . الأعراض المبكرة هي فقدان الشهية ، القىء ، الضعف ، الانهيار ، نقص في درجة حرارة الجسم والأبيض ، وفقدان الماء وكلوريد الصوديوم من الدم . تحطيم القشرة الأدرينالية (مرض أديسون) في الإنسان يسبب تلون الجلد بلون البرونز ، هبوط تدريجي ، والموت أخيراً .

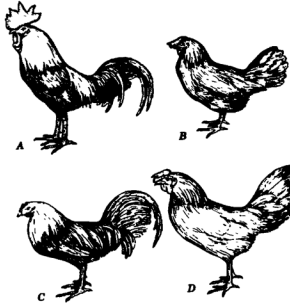
٨ - ٩ المناسل أو الغدد الجنسية

خصى الذكر ومبايض الأنثى هي المناسل ، أو أعضاء الجنس الأولية . قنوات المنى ، الغدد الملحقة ، والقضيب في الذكر ؛ وكذلك قنوات البيض ، الرحم ، والمهبل في الأنثى هي أعضاء الجنس الثانوية ؛ تلك مرتبطة بطرق مختلفة بالتكاثر (فصل ١٠) . الاختلافات الخارجية بين الجنسين ، أو المميزات الجنسية الثانوية ، تظهر في كثير من الحيوانات عند الوصول إلى البلوغ الجنسي . المناسل ، أو أعضاء الجنس الأولية ، بجانب إنتاج البيض والمنى بالتتابع ، تفرز هورمونات تؤثر في أعضاء الجنس الثانوية والمميزات الجنسية : الغدد الصماء الأخرى ، وبالأخص النخامية والدرقية ، تؤثر أيضاً في التراكيب الجنسية والوظائف .

الرقبة الغليظة ، الصوت العميق ، الطريقة القتالية للثيران ، النواطير في ذكر الغزال ، عرف الديك الأكبر ، لغد الديك الرومي ، شوكة رجل الديك وعادات الصباح في الديك هي بعض المميزات الجنسية الثانوية المألوفة . استئصال الخصى ، أو إزالة المناسل ، قبل البلوغ الجنسي ، ينتج تغيرات مثيرة في شكل وطباع هذه الحيوانات . الثور المخصى (ذكر مستأصل منه الخصى) له رقبة أصغر وصوت أكثر شبيهاً لصوت البقرة وسهل الانقياد ؛ الغزال المخصى لا يكون نواطيح ؛ الديك المخصى له عرف أصغر وشوكة رجل أصغر ولا يصيح (شكل ٨ - ٥) . في كل هذه الحيوانات المخصية ، تفقد الصفات الثانوية ، وأعضاء الجنس الثانوية تضمر ، السلوك الجنسي ضعيف أو غائب ، والأفراد يتراكم فيها الدهن .

الإفراز اللاقوى للخصى المسئول عن هذه التغيرات هو تستوستيرون ك ١٩ . ٣ . ٢ ، أو أندروستينديون ، منتج بوضوح بواسطة خلايا لايدج أو الخلايا البينية بين الأنبيبات المنوية . إذا حقن هذا الهورمون في فرد مخصى ، فإن أعضاء الجنس الثانوية تكبر ، الصفات الجنسية الثانوية تنمو ، والسلوك يصبح سلوك حيوان عادى (غير مخصى) .

حويصلات المبيض تنتج هورموناً جنسياً أنثوياً أسترايديول (وهورمونات أستروجينية قلبية)



شكل ٨ - أ : تأثير هورمون الجنس في الطيور . (أ) ذكر عادى ، عرف طويل ولغد ، جسم رفيع . (ب) ذكر مخفى (ديك مخفى) ، عرف ولغد ضئيلان ، جسم أثقل ، يشبه الأنثى . (ج) أنثى عادية . (د) ذكر مخفى بطعم فيما بعد مبيض - حجم أكبر ، عرف ولغد أكبر ، ريش أطول على الرقبة (عن فيلدى ، ١٩٢٥) .

وهو المستول عن ظاهرة الشبق أو « التهيج الجنسي » في أنثى الثدييات . إزالة المبايض من أنثى غير بالغة يمنعها من أن تصبح بالغة جنسياً ، تبقى أعضاء الجنس الثانوية كما في مرحلة الطفولة ، ولا تظهر العرائز الجنسية . حقن أسترايول في أنثى مستأصل منها المبايض يعدل هذه التأثيرات . وإذا حقن في أنثى معتادة لم تستأصل منها المبايض ولكنها غير بالغة ، فإن البلوغ الجنسي يتم بسرعة ، الأعضاء الثانوية تنمو ، ولكن المبايض تبقى في مرحلة الطفولة .

أعضاء التكاثر الثانوية للأنثى ، وبالأخص بعد الشبق ، تنظم بواسطة هورمون مبيضى آخر ، بروجسترون (بروجستين) ؛ وهذا ينتج بواسطة الجسم الأصفر الذى يتكون في حوصلة جراف في المبيض بعد إنطلاق البويضة وبواسطة المشيمة في فترة الجمل المتأخرة . بروجسترون ، مع أسترايول ، يعد الرحم لاستقبال بويضة مخصبة . كلا الهورمونين ، مباشراً أو غير مباشر ، يسبب كبير الغدد الثديية لوظيفتها التالية ؛ فيما بعد نجد أن الهورمون. المدر للين ينبه إفراز اللبن . وثمة هورمون مبيضى ثالث ، ريلاكسين ، أيضاً تفرزه المشيمة ، يسهل الولادة نتيجة لإرخاء أربطة الحزام الحوضى .

٨ - ١٠ الغدة النخامية

توجد الغدة النخامية (hypophysis) عند قاعدة المخ وتتكون أثناء النمو الجنيني من (١) فص أمامي من جيب في سقف الفم (جيب راثكي) ، (٢) فص خلفي (عصبي) من قمع المخ . في الإنسان البالغ ، تتكون الغدة النخامية من أربعة أجزاء : أمامي ، وسطي ، خلفي (عصبي) ، ودرني . التركيب الكلي يزن حوالي $\frac{1}{4}$ جرام فقط ، غير أن له تأثيراً كبيراً على النمو ووظائف الجسم كله .

الفص العصبي يخزن ويطلق هرمونين ينتجان في تحت سرير المخ . وينقلان . في ألياف عصبية . فازوبريسين أو الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) ، يزيد امتصاص الماء في أنابيب الكلية ويسبب ضيق الشعيرات الدموية . الهرمون الثاني ، أوكسيتوسين ، يسبب انقباضاً في العضلات الملساء في الرحم والغدد الثديية . تحت سرير المخ يوجد عند قاعدة الغدة النخامية ، وهو يسيطر على كثير من الوظائف الذاتية وإفرازات الغدة النخامية . في الفقاريات متغيرة الحرارة ، إنترميدين ، أو الهرمونات المنشطة لحاملات الصبغ الأسود (MSH) ، من الفص الأوسط ، يسبب إنتشاراً للصبغ في حاملات الصبغ الأسود . فقدان وظيفة الفص الخلفي في الإنسان يؤدي إلى حالة إكلينيكية تسمى مرض السكر الكاذب ، حيث تخرج كميات ضخمة من الماء ويعانى المريض من العطش الشديد . هذه الحالة تعالج بواسطة التغذية بالفازوبريسين وئمة مستخلص تجارى ، بتروپترين يستخدم في علاج جميع هذه الحالات .

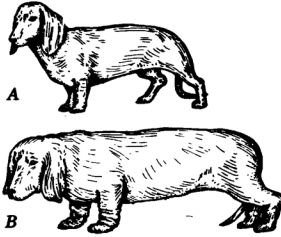
الفص الأمامي للغدة النخامية ينتج عدة هرمونات واضحة تؤثر على الغدد الصماء اللاحقة الأخرى وأيضاً على الأجزاء المختلفة من الجسم . وعلى ذلك فإن معدل إنتاج هرمون الغدة الدرقية يتوقف على إمداد الهرمون المنشط للدرقية من الغدة النخامية الأمامية . الهرمونات الأساسية للغدة النخامية الأمامية وتأثيراتها هي كما يلي :

١ - الهرمون المنشط للنمو

الإفراز الزائد من هذا الهرمون أو النمو الزائد للغدة يسبب مرض العملاقة (شكل ٨ - ٦) . إذا حدث هذا أثناء الشباب المبكر ، فإنه يحدث طولاً في العظام الطويلة ؛ العملاقة من البشر ٨ إلى ٩ أقدام طولاً ينتجون من النشاط المفرط للغدة . الزيادة فيما بعد أثناء الحياة ، بسبب كبر الأطراف ، حيث تصبح الجبهة ، الأنف والفك السفلى ضخمة وجلد الوجه سميكاً وخشناً . النقص في هذا الهرمون يسبب القزمة ، حيث يحتفظ الفرد بنسب جسم الطفل .

٢ - الهرمون المنشط للمناسل في إناث الثدييات

هذا الهرمون (واحد أو أكثر) يسبب النمو العادى لحوصلة جراف في المبيض وتكوين الجسم الأصفر . حينما يحقن في إناث غير ناضجة . فإنه يسبب بلوغاً جنسياً مبكراً في ظرف أيام قلائل ؛



شكل ٨ - ٦ : اضطرابات نتيجة عدم توازن في هورمون النمو للغدة النخامية الأمامية .
(أ) كلب داك ألماني عادي . (ب) جرو زرع فيه غدد النخامية لمدة ٣٥ أسبوعاً (عن إيفانز وآخرون ، ١٩٣٣) .

الجرعات الزائدة في الفئران تسبب إزدواجاً أو زيادة لثلاثة أضعاف في عدد البيض (حتى ٣٣)
المنطلق من المبايض في وقت واحد . في ذكور الثدييات ، ينشط الهورمون النمو في كلا الانايب
النوية والنسيج البيني . زرع الغدة النخامية في الثدييات يسبب بلوغاً سريعاً ووضع البيض في ظرف
أيام قليلة . إزالة الغدة النخامية يتبعه ضمور في المناسل والأعضاء الجنسية الثانوية .

٣ - الهورمون مدر للين

هذا الهورمون (بروتين) له وظائف عديدة . فهو يستخدم في (١) الاحتفاظ بالصوديوم في
الأسماك ؛ (٢) تحور البرمائيات ؛ (٣) سلوك البحث عن الماء في الثيوبوت ؛ (٤) نمو السحالي ؛
(٥) إنتاج كيس الحوصلة « اللين » في الحمام ؛ (٦) تكوين لصوق الحضنة والحضانة في الطيور ؛
(٧) إفراز هورمون قبل الحمل بحث ويحافظ على النمو الرحمي أثناء الحمل في الثدييات ؛ (٨) نمو الغدة
الثديية وتكوين اللين .

٤ - الهورمون منشط لقشرة الغدة جار الكظرية

بحث النمو والنشاط الإفرازي للغدة جار الكظرية . أحد هذه المنتجات هو الهورمون المنشط
لقشرة الغدة جار الكظرية ، (ACTH) ، الذي بحث بالتالي إفراز الهرمونات الأخرى بما فيها
كورتيكيزون .

٥ - الهرمون منشط للغدة الدرقية

النمو والنشاط الحيوي للغدة الدرقية تنظم بواسطة هذا الهرمون .

٨ - ١١ الجسم الصنوبري

سقف المخ البيني يحمل الجسم الصنوبري (epiphysis) الذى ظلت وظيفته غير معروفة منذ وقت طويل . إفرازه ، ميلاتونين ، يؤثر على الإيقاع اليومي (والعضل ؟) للنشاط في الحيوانات وذلك بالتأثير على استجابتهم للضوء كما أن له تأثيراً محبطاً على المناسل .

٨ - ١٢ الغدد الصماء كجهاز

الغدد العديدة ذات الإفراز الداخلى ، الواقعة في أماكن مختلفة في الجسم ، تكون « جهازاً » متكافئاً إلى حد ما . منتجات الغدة النخامية الأمامية تقوم بالدور الهام في توحيد وظائف الغدد الصماء الأخرى والأعضاء والأنسجة المختلفة في الجسم .

الجهاز العصبي أيضاً يطلق هورمونات ، ووظائف الجهاز العصبي والغدد الصماء متأزرة جداً لدرجة أن البعض يفضلون أن يعتبروها كجهاز غدد صماء عصبي واحد . هذا المفهوم ذو أهمية خاصة في دراسات سلوك الحيوان حيث نجد ، مثلاً ، أن سلوك التزاوج قد يكون نتيجة حافز خارجي (مثل فترة إضاءة) يستقبل بواسطة الجهاز العصبي ويتحول إلى سلوك بواسطة تغيرات تنتج في الغدد الصماء .

مراجعة

- ١ - أية إختلالات هورمونية يمكن الكشف عنها من (أ) تحليل البول ، (ب) إختبارات الدم ، (ج) المظهر المورفولوجى ؟
- ٢ - أية وظائف بين مفصليات القدم تعرف بأنها منظمة بواسطة هورمونات ؟
- ٣ - ما هى بعض النتائج لإفراز غير مناسب وإفراز مفرط من ثيرونين ؟
- ٤ - ما هو مرض السكر وكيف يحدث ؟ أية معالجة تكون ممكنة ؟
- ٥ - أية أنسجة منتجة لهورمونات يمكن أن تفقد بدون تعريض حياة الفرد للخطر .
- ٦ - كيف تفسر أن الفقاريات الكبيرة الأرضية لا تنتج فيرومونات ، فى حين أن الحشرات تنتجها ؟
- ٧ - ماذا يحدث فى التركيب ، الوظيفة ، والسلوك حينما يجهض الديك ؟
- ٨ - أين ينتج الهورمون فى الخصية .
- ٩ - أية هورمونات تنشأ من الغدد النخامية ، وما هى وظيفة كل ؟
- ١٠ - كيف وأين يحصل على الهورمونات للإستفادة فى الطب البشرى ؟
- ١١ - أية هورمونات تنظم كلاً من العمليات البدنية الآتية : الأيض العام ؛ أبيض الكلسيوم ؛ تحور أنى ذنبية ؛ أبيض السكر ؛ إنقباض الشعيرات الدموية فى العضلة الحشوية ؛ البلوغ الجنسى فى الأنثى .
- ١٢ - أى هورمون تتوقع أن تجده فى « حبوب تنظيم النسل » للنساء ولماذا ؟
- ١٣ - بأية طريقة قد تكون الهورمونات نافعة فى الزراعة .

الفصل التاسع

الأجهزة العصبية أعضاء الحس ، وسلوك الحيوان

كل البروتوبلازم الحى سريع التأثير أو مستجيب للمنبهات . بسبب ذلك ، فإن كل كائن حساس للتغيرات فى المنبهات سواء من وسطه الخارجى أو وسطه الداخلى ؛ يستجيب الكائن أو يتفاعل لهذه المنبهات بطرق مختلفة . كل نوع من الإستجابة العضوية ، من أبسط تفاعل للأميبيا إلى أكثر وظيفة بدنية تعقيداً أو العملية الذهنية للإنسان ، ينتج من هذه الخاصية الأساسية للإنفعال . لإدراك المنبهات ، لتوصيلها إلى أجزاء الجسم المختلفة ، ولإحداث استجابات ، فإن معظم الحيوانات لها أعضاء حسية وجهاز عصبي (شكل ٩ - ١) . هذا الجهاز (مع الغدد الصماء اللاقنوية فى بعضها) يعمل أيضاً على تآزر وتكامل وظائف الخلايا ، الأنسجة ، والأجهزة العضوية ، حتى يعمل توافيقاً كوحدة ، مسببة ما نراه كسلوك للحيوانات .

أى تغير فيزيائى أو كيميائى قادر على إثارة كائن أو أجزائه هو منه . المنبهات الخارجية الشائعة تنشأ من الحرارة ، الرطوبة ، الضوء ، جاذبية الأرض ، التلامس ، الضغط ، إمداد الأكسجين ، تركيزات الأملاح ، والروائح (إنشاق كيميائى) . المنبهات الداخلية تنتج من كمية الطعام ، الماء ، الأكسجين ، أو الفضلات فى الجسم ، ومن التعب ، الألم ، المرض ، أو بعض الأحوال الأخرى . بعض المنبهات تؤثر مباشرة على الخلايا أو الأنسجة ، وتحدث إستجابة مباشرة (مثل حرق الشمس) ، ولكن معظم الحيوانات لها أنواع متعددة من مستقبلات متخصصة (أعضاء حسية) لتستقبل المؤثرات .

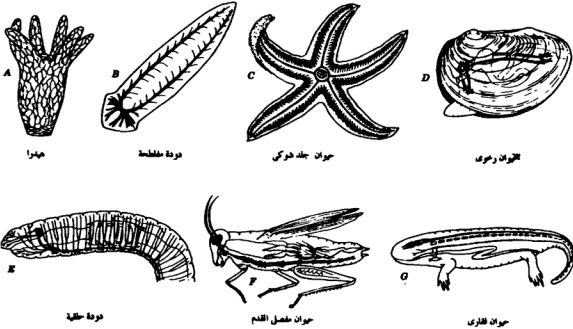
المستقبل هو خلية أو عضو له حساسية خاصة (بداية منخفضة) لبعض الأنواع الخاصة من المؤثر ، مثل العين للضوء والأذن للصوت . المستقبلات الخارجية تتسلم المنبهات من الوسط الخارجى ، والمستقبلات الداخلية من داخل الجسم ، كما فى الجوع والعطش (أنظر أيضاً المستقبلات الذاتية ، فقرة ٩ - ١٤) . المنبه يجعل المستقبل يولد نبضات عصبية تسرى على امتداد أعصاب إلى الجهاز العصبى المركزى ؛ وهذا الأخير يكمل المعلومات ثم يكون سيالات تحفز تراكيب طرفية ، أو مستقبلات (عضلات ، غدد) ، لتسبب استجابات .

بعض المنبهات تدريجية ، والاستجابة بطيئة ، كما في البرودة التي تسبق العطس ؛ وبعض المنبهات الأخرى فجائية وتنتج استجابة سريعة ، مثل وخز الدبوس . فوق حد أدنى معين ، قد لا توجد علاقة كمية بين شدة المنبه ونوع أو حجم الاستجابات التي يحدثها (تأثير الكل أو العدم) ؛ هذا يتوقف على أنواع الخلايا أو الأعضاء المثارة وحالتها الفسيولوجية . العديد من المنبهات الضعيفة في تتابع سريع ، قد يحدث استجابة رغم أن كل منه على انفراد يكون ضعيفاً إلى الدرجة التي لا يحدث فيها تأثير ؛ ويسمى هذا التأثير المحصل . العضلات ، بإثارتها ، تنقبض لتنتج حركات ، وخلايا الغدد بإثارتها تصب الإفرازات المخلفة سلفاً بداخلها .

الأجهزة العصبية

٩ - ١ الخلايا العصبية والأعصاب

تتكون الأجهزة العصبية من خلايا عصبية ، أو نيورونات ، بزوائد خلوية تعرف بالزوائد الشجرية والمخوار الزوائد الشجرية تنقل السيالات تجاه جسم الخلية ، أما المخاور فتنتقلها بعيداً عن جسم الخلية . الخلايا العصبية على أنواع عديدة (شكل ٢ - ١٤) في أجهزة الحيوانات المختلفة وفي



شكل ٩ - ١ : الأجهزة العصبية في الحيوانات (أسود داكن) . (أ) حيوان هيدري ، شبكة عصبية خلال الجسم . (ب) دودة مفلطحة ، عقد عصبية في منطقة « الرأس » ، حبلان عصبيان . (ج) حيوان جلد شوكي حلقة عصبية حول القدم ، عصب وسطي في كل فراع . (د) حيوان رخوي ذو مصرعين ، ثلاثة أزواج من العقد والوصلات العصبية . (هـ) دودة حلقة ، « خ » من عقد عصبية في الطرف الأمامي ، حبل عصبى يبنى مصمت مزدوج ، عقد قطعية وأعصاب . (و) حيوان مفصل القدم ، مماثل للودة الأرض . (ز) حيوان فقاري ، خ في الرأس ، حبل ظهري مجوف وحيد ، بأعصاب زوجية قطعية .

الأجزاء المتعددة في أى جهاز عصبى واحد . كل خلية عصبية هى خلية تشريحية واضحة ، ليس لها استمرار بروتوبلازمى مع الخلايا العصبية الأخرى ، وأيضا واضحة فسيولوجياً . إصابة النواة أو جسم الخلية يحطم الخلية العصبية ولكنه لا يؤثر دائما في الخلايا العصبية المجاورة . النيورون هو الوحدة الوظيفية للجهاز العصبى ، الذى يتركب أساساً من نيورونات في ترتيب منظم . وهى تكون حوالى ١٠ في المائة من خلايا الجهاز العصبى البشرى . الباقي يكون من خلايا الغراء ، التى لا تثار ولكنها تدعم النيورونات فيزيائياً ، محتملاً أيضاً تغذيتها أيضاً ، ومن المعتقد أنها تساهم بنشاط في وظيفة المخ . بين أى خليتين عصبيتين مرتبطتين في الوظيفة ، يوجد اتصال دقيق ، أو تشابك هذا هو « صمام فسيولوجى » الذى يمر سيالات عصبية في اتجاه واحد فقط ، من محور الليفة الخلية عصبية واحدة إلى الزوائد الشجرية لخلية أخرى . العصب يتركب من ليفة عصبية واحدة إلى عدة ألياف (محاور أو زوائد شجرية) مرتبطة مع بعضها بواسطة نسيج ضام ويشمل أوعية دموية تمدد بالأغذية والأكسجين .

٩ - ٢ السيل العصبى

السيل ، أو الجهد الفعال ، الذى يمر على بامتداد ليفة عصبية يتضمن كلا التغيرين الكيميائى والكهربى . وهو يستلزم طاقة ووجود أكسجين ، وينتج كمية ضئيلة ولكنها قابلة للقياس من ثانى أكسيد الكربون ، وأيضا ارتفاعاً في درجة الحرارة . السيل يواصل التحرك بسرعة منتظمة بنفس الشدة . وتصاحب السيل موجة من تغير كهرفى .

الليفة العصبية الساكنة (نيورون) مستقطبة كهربياً . السطح الخارجى لغشائها نصف المنفذ موجب نسبياً ، والداخلى سالب . والذى يسبب الاستقطاب ، وكيف يحافظ عليه ؟ أعداد الأيونات الموجبة هى تقريبا نفس أعداد الأيونات السالبة خارج وداخل الخلية ، ولكن تركيزات بعض الأيونات تختلف كثيراً ، توجد أيونات صوديوم (ص⁺) في السائل خارج الخلية ١٠ إلى ١٥ مرة أكثر منها داخل النيورون . ولكن أيونات البوتاسيوم (بو⁺) هى ٣٠ مرة داخل الخلية أكبر من خارجها . حركة الأيونات عن طريق الانتشار والنقل النشط والنفوذ المميزة لغشاء الخلية يمكن أن تفسر فرق الجهد . أيونات الصوديوم (ص⁺) تميل إلى أن تنتشر نحو الداخلى وأيونات البوتاسيوم (بو⁺) نحو الخارج في اتجاه تركيزاتها الأعلى . غير أن غشاء الخلية الساكنة أقل نفاداً لأيونات الصوديوم عنه لأيونات البوتاسيوم ؟ هذا والاختلاف التركيزى يسبب دخول أيونات الصوديوم ببطء أكثر من خروج أيونات البوتاسيوم . والنتيجة هى زيادة في الأيونات السالبة بالداخلى والموجة بالخارج . الاختلاف في تدرجات التركيز سوف يخفى تدريجياً إذا لم يكن « لمضخة الأيونات » المفترضة لجزيئات ناقلة بداخل الخلية . بواسطة النقل النشط ، يعتقد أن المضخة تحرك أيونات ص⁺ نحو سطح الخلية ، حيث تطرد بنفس سرعة تسربها نحو الداخلى . أيونات بو⁺ تؤخذ من السطح إلى داخل الخلية .

كيف يُنقل السائل العصبي ؟ إذا استخدم منه كإف لغشاء الخلية ، فإن الاستقطاب يُزال عند المكان منه ، وتنتشر في الغشاء نحو الخارج موجة ذاتية البث من إزالة الاستقطاب ، تنتج الخلية نبضاً جارياً ذاتياً يضيخ منه الأصل . التأثير الفوري هو زيادة نفاذ ص⁺ ، وتبعاً لذلك يزداد فوراً تدفق أيونات ص⁺ أخرى والحركة نحو الداخل لكل تلك الأيونات الموجبة يخفض محلياً جزءاً من الشحنة السالبة الزائدة في الداخل - علاوة على ذلك مخفضاً الاختلافات في الجهد عبر غشاء الخلية وحينما ينحدر الجهد إلى مستوى مستهل السائل ، فإن أيونات ص⁺ تدخل كميات تجعل الجهد الداخلي موجباً . السائل العصبي الذي بدأ بذلك ، يغير نفاذية الغشاء في الحال قدماً ، إلى حد أن أيونات ص⁺ تدخل في تعاقب إلى طرف الخلية . يعود الغشاء إلى الحالة الساكنة في الحال بعدما يمر السائل إلى مكان آخر . الاستقطاب يجدد بواسطة إندفاع خارجي لأيونات بو⁺ بعد وقت قصير من تدفق أيونات ص⁺ ، معيدة الشحنة السالبة الداخلية الأصلية .

الخلية العصبية لها إستجابة الكل أو العدم . إذا كان منه ما عند مستوى المستهل ، فإن السائل يسرى بطول النيورون بسرعة ثابتة ومدى منتظم . بإيصال جالفانومتر عند نقطتين بعصب معرض ، سوف يظهر سريان التيار ، أو الجهد الفعال . بمرور سائل تظهر دورة فجائية ، أو بروز ، ثم إنحدار بطيء . على الذروة توجد فترة انكسار (٠.٠٠١ إلى ٠.٠٠٥ ثانية) لا يمكن خلالها لليفة المزال عنها الاستقطاب أن تستجيب إلى مؤثر آخر .

السائل العصبي يسرى بسرعة ٦ إلى ١٢ متراً في الثانية في جراد البحر ، ٢٨ إلى ٣٠ متراً في الثانية في الضفدع ، ويصل إلى ١٢٠ متراً في الثانية في ألياف بعض الثدييات . التوصيل في الألياف غير النخاعية أبطأ منه في الألياف ذات الغمد النخاعي ، وأبطأ في الألياف الصغيرة . يحدث تأخير قصير في المرور عند كل تشابك . السائل ، بوصوله إلى الأطراف دقيقة التفرع من محور الليفة ، يجعل الأخير يزيد من إفراز ناقل كيميائي (أو سائل عصبي) يحدث سميلاً في النيورون التالي . الأسيتيل كولين ينتج في كثير من نقاط التشابكات ، بما فيها تلك التي عند الاتصال العصبي العضلي . على الأقل بعض التشابكات السيمبتاوية ، تكون مادة الناقل هي أيتيفرين أو نورأيتيفرين . الكميات المتزايدة من الأسيتيل كولين سوف تستمر في تنبيه النيورون التالي ، ولكن في الواقع هناك أنزيم هو الكولين استيريز يوقف نشاطه بسرعة .

الخلايا العصبية الحسية أو الواردة هي تلك التي توصل السائلات من المستقبلات نحو الجهاز العصبي المركزي ؛ والخلايا العصبية الحركية أو الصادرة ، توصل من الجهاز العصبي المركزي إلى العديد من المستجيبات . ومثمة نيورونات أخرى ضابطة في المخ والحبل العصبي توصل بشكل متباين بين نيورونات حسية وأخرى حركية . بعض الأعصاب تحتوي فقط على ألياف حسية ، وأخرى على ألياف حركية فقط ، والعديد أعصاب مختلطة تشمل كلا النوعين . العقدة العصبية ، هي وحدة تحتوي على أجسام الخلايا لقليل أو كثير من النيورونات ، وبعض العقد التي في المخ تعرف بالمراكز .

٩ - ٣ الأجهزة العصبية للافقاريات (شكل ٩ - ١)

معظم الأوليات لا توجد بها تركيبات ، ولكن بعض الهدديات مثل البرامسيوم لها جهاز محدد من ليفات أو جهاز عصبي حركي (شكل ١٥ - ١٣ ب) ؛ ومن الجلي أن هذا يتسلم المنبهات ، يوصل السيالات ، وينسق حركات جسم الخلية . في الاسفنجيات ، الخلايا حول الفتحات (فوهات) في جدار الجسم تنقبض ببطء إذا لمست ، ولكن يبدو أن هذه استجابات محلية بدون انتشار حقيقي للخلايا القريبة . لا توجد خلايا أو تركيبات عصبية محددة . الهيدرا واللاسعات الأخرى لها شبكة عصبية منتشرة ، حول الجسم بداخل أو أسفل الطلائية ، ولكن لا توجد عقدة مركزية . الشبكة مكونة من خلايا شبكية ، لا تشبه النيورونات النموذجية في كونها متصلة ببعضها البعض بزوائد بروتوبلازمية . وهي تتصل بكلا المستقبلات (خلايا طلائية متحورة) في البشرة وقواعد الخلايا الطلائية العضلية التي تنقبض ببطء لتغير شكل الجسم . الشبكات العصبية أيضاً توجد في المشطيات ، الجلد شوحيات ، الأنثرووينوستيا (نصف حليات) ، والأسيدبا وحتى على الأوعية الدموية للفقاريات .

في الحيوانات جانبية التماثل ، يكون الجهاز العصبي خيطياً ، يشمل عادة زوجاً أو أكثر من العقد أو غمّاً في الطرف الأمامي متصلاً بجبل عصبي أو أكثر يمتد للخلف خلال الجسم . الحبال العصبية للافقاريات تكون كلها بطنية ومصمتة ، وتفرع الأعصاب من العقد والحبال إلى الأعضاء المتنوعة . الديدان المفلطحة عادة (شكل ١٧ - ١) لها عقدتان أماميتان ، بأعصاب تتجه إلى منطقة الرأس ؛ وحبلان عصبيان منفصلان متصلان بواسطة وصلات عرضية . في الرخويات ، الحلقيات ، ومفصليات القدم ، تقع العقد الأمامية المزدوجة فوق وأسفل المريء متصلة بواسطة وصلات . الرخويات الأكثر تخصصاً تفتقر إلى حبال عصبية بطنية ، غير أن لها عقداً كبيرة متصلة بوصلات في الرأس ، القدم ، والأحشاء . في الديدان الحلقية ومفصليات القدم الأكثر بدائية ، التي تشمل بعض الحشرات ويرقاتها ، فإن الحبلين العصبيين البطنيين لهما زوج من العقد وزوج أو أكثر من الأعصاب في كل عقدة من عقل الجسم . في القشريات العليا ، الحشرات ، والعنكبوتات ، تتركز العقد البطنية أماماً ، نجوم البحر والجلد شوحيات الأخرى لها جهاز عصبي مرتب إشعاعياً متناسباً مع تماثلها الإشعاعي .

٩ - ٤ الأجهزة العصبية للفقاريات

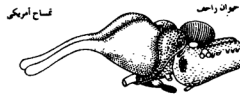
في جميع الفقاريات ، للجهاز العصبي منشأ جنيني مشابه (فقرة ١٠ - ١٧) وهو دائماً وحيد ، مجوف ، ويقع ظهرياً للقناة الهضمية . في الشكل الأساسي ، يتكون الجهاز العصبي من (١) الجهاز العصبي المركزي بمنح كبير أمامي (شكل ٩ - ٢) متصل بجبل شوحي أو عصبي (٢) الجهاز العصبي الطرفي من ١٠ أو ١٢ زوجاً من الأعصاب الخفية من المنح (جدول ٩ - ١) ، زوج من الأعصاب الشوكية من الحبل لكل قطعة جسم أولية ، الجهاز العصبي الناق أو السيمبتاوي (شكل ٩ - ٥) .

٩ - ٥ المخ

المخ يأويه صندوق المخ ، أو محفظة المخ . في المنظر الظهري ، يشمل في الفقاريات الدنيا (١) فصين شيين بأعصاب للرف الأنفية ، (٢) فصين غنيين متصلين بإحكام مع الجزءين السابقين وأيضاً ملتصقين مع (٣) المخ البيني الوسطى . وخلف هذا يوجد فسان خلفيان بصريان مستديران ؛ مدعمان فوق (٤) المخ الأوسط أسفلهما ؛ ويتبعهما (٥) مخيخ صغير عرضي ؛ وهذا يقع فوق (٦) النخاع المستطيل المفتوح إلى أعلى ، والذي يسترق ليتصل بالحبل الشوكي (شكل ٩ - ٢) . المخ البيني له جسم صنوبري ظهري أو كردوس (epiphysis) . أسفل المخ البيني يوجد التصالب البصري (تقاطع العصبين البصريين) ، يتبعه القمع كيروز مثلث غير حاد ، متصل بالغدة النخامية عن طرفه الخلفي .

التجوليف بداخل المخ هي البطينات الأول والثاني في الفصين المخيخ ؛ وهذان يتصلان ببطين ثالث في المخ البيني . من الأخير تؤدي قناة سيلفيس المائية الصغيرة إلى البطين الرابع الموجود في النخاع . البطين الرابع متصل مع قناة مركزية دقيقة خلال الحبل الشوكي . السائل الشوكي يملأ البطينات وتجاوليف أخرى ومحيط بالمخ . التبادلات الأيضية للمخ تؤدي عن طريق شرايين وأوردة على سطحه وعن طريق شبكتين كثيفتين من الأوعية الدموية ، هما الصغيرة المشيمية الأولية فوق فتحة ظهري في المخ البيني ، والصغيرة المشيمية الخلفية فوق النخاع . المخ والحبل الشوكي محاطان بغشاءين ، غشاء سميك ، الأم الجافية ملاصقة للعظم المحيط ، وغشاء رقيق الأم الحنون ، ملاصقة فوق النسيج العصبي نفسه . تمتد عشرة أزواج من الأعصاب الخفية من الأجزاء المتعددة للمخ إلى الأعضاء الحسية ، العضلات ، والتركيبات الأخرى (جدول ٩ - ١) . في القرش اليافع والصفدع ، أجزاء المخ تكون في ترتيب خطي (شكل ٩ - ٢) . في الفقاريات العليا ، يصبح جذع المخ الأول ، ملئي أو منثني ، ويصبح المخ والمخيخ كبيرين بدرجة كبيرة (شكل ٩ - ٢) إلى أن تصل إلى الثدييات وبالذات في الإنسان (٩ - ٣) فنجد أن المخ يعلو جميع الأجزاء الأخرى . علاوة على ذلك ، فإن المادة السنجابية الخارجية ، أو القشرة ، للمخ سمكية وتزداد في المساحة ، لدرجة أنها تصبح منثنية أو ملتوية في الإنسان ، تحتوى هذه المادة على عدة ملايين من النيورونات وتشابكاتها مكونة حوالى ثلاثة أرباع وزن الجهاز العصبي كله . وهذا الجزء مختص بدرجة كبيرة بإدراك الأحاسيس والأفعال ، بتسجيل الذاكرة ، وبالحفيز ولكن كل هذه الخواص الذهنية متأثرة أيضاً بأجزاء أخرى من الجهاز العصبي المركزي . تحطم المناطق القشرية بخلاف المراكز الحركية ، الحسية ، أو اللغوية لا يؤدي دائماً إلى تغيرات سلوكية واضحة . ثلاث مناطق اقتران رئيسية ، الجيبية ، الصدغية ، والجدارية المؤخرية ، تتصل بالمناطق القشرية . الذاكرة المتعلقة بالخبرة الحسية ، قد تختزن في مناطق اقتران . مثال ذلك ، المنطقة المستقبلية للرؤية تترك الألوان لصورة زينية ، ولكن منطقة اقتران الرؤية المجاورة تلتزم تمييزها كمنظر طبيعي . الزيادة في حجم القشرة بين الفقاريات العليا متعلقة بالحفاظ على قدراتها الذهنية الأكبر . غير أنه لا توجد علاقة حقيقية بين حجم المخ والذكاء . المخيخ مختص بالترابط بين الحركة والوضع . وهو يبدى نمواً خاصاً في الحيوانات التي

تكون حركاتها سريعة وتحتاج إلى تأزر دقيق .



شكل ٩ - ٧ : المخ في فقاريات نموذجية ، موصحة زيادة مطردة ، وبالأخص في النصفكرويين اثنين وفي اثنين . القصص الشمية ، صافية بدون تظليل ؛ المخ ، منقط بنقط دقيقة ؛ القنوات والقصور الحدية ، منقط بنقط كبيرة ؛ قاع المخ الأوسط ، خطوط موجة ؛ اثنين ، خطوط رأسية ؛ النخاع المستطيل ، شرط أفقية ؛ الجسم النخاعي ، أسود . جنفور الأعصاب اثنين مينة .

٩ - ٦ الحبل الشوكي والأعصاب (شكل ٩ - ٤)

المادة البيضاء الخارجية للحبل الشوكي تتركب من حزم من ألياف نغاعية توصل بين الأجزاء المختلفة من المخ وأنوية الأعصاب الشوكية ونيورونات منظمّة . المادة السنجابية الداخلية تحتوى على نيورونات منظمة وأنوية نيورونات حركية ؛ أنوية النيورونات الحسية توجد في عقد الجذر الظهرى للأعصاب الشوكية . إذا قطع الجذر الظهرى لمصبب شوكمى ، فإن أية سيالات حسية من الألياف الداخلة تفشل أن تصل إلى الحبل والمخ . تحطيم الجذر البطنى ، يعوق كل التحكم الحركى بواسطة ألياف في هذا العصب . الجذر البطنية تصاب أو تتلف بشكل متباين في شلل الأطفال ، مؤدية إلى تعطيل الوظيفة العضلية .

جدول ٩ - ١ : الأعصاب الحسية الزوجية في الفقاريات

ترقيم واسم العصب	منشأ العصب (في المخ)	التوزيع (الاتصالات عارضية)	الوظيفة (أساسا في الإنسان)
I الشمى	القوس الشمى	الطلاية الشمية في	حسى : الشم
II البصرى	(أو البصلة) القوس البصرى على المخ الأوسط	التحوير الشغارى شبكة العين	حسى : الرؤية
III محرك العين	قاع المخ الأوسط	العين : ٤ عضلات لكرة العين ، أيضا القرنية ، العدسة ، الجفن العلوى	حركى : حركات كرة العين ، القرنية ، العدسة ، وجفن العين
IV الكبرى	قاع المخ الأوسط (ينشأ ظهريا)	العين : العضلة المائلة الصلى لكرة العين	حركى : دوران كرة العين
V التوأى الطلائى	جانب الخاع	قبة وجوانب الرأس الوجه ، الفكوك ، الأسنان	حسى : الشعور على جبهة الرأس ، فروة الرأس ، جفن العين العلوى ، جانب المنخر ، في الأسنان حركى : حركة اللسان والعضلات المستخدمة في المضغ
VI المهد	جانب الخاع	العين : العضلة المستقيمة الخارجية لكرة العين	حركى : دوران كرة العين
VII الوجهى	جانب وقاع الخاع	اللسان (٢ الأمامية) ، عضلات الوجه ، المضغ والرقبة	حسى : البلع حركى : التصبر الوجهى ، المضغ ، حركة الرقبة
VIII السمى (الصوق)	جانب الخاع	الأذن الداخلية : (١) عضو كورفى في القوقعة (٢) القنوات نصف الحلقية	حسى : (١) السمع (٢) التوازن

IX اللسان الغمضى حركى : حركات البلعوم حركى : الأحبال الصوتية ، الرئتين ، حركى : البلعوم ، الأحبال الصوتية ، الرئتين ، المريء ، المعدة ، القلب ، يهبط ضربات القلب .	اللسان ($\frac{1}{3}$ الأخير) ، الغشاء المخاطي وعضلات البلعوم البلعوم ، الأحبال الصوتية ، الرئتين ، القلب ، المريء ، المعدة والأعضاء	جانب النخاع X الحلق جانب وقاع (رلوى معدى) النخاع
حركى : عضلات البلعوم ، الحنجرة ، والعنق حركى : حركات اللسان	عضلات سفلى الحلق - الحنجرة ، الأحبال الصوتية ، والعنق عضلات اللسان (والرلة)	XI الشوكى قاع النخاع الثانوى XII تحت لسان قاع النخاع

• غير موجودة فى الومقات ، الأمعاء ومستديوات القم .

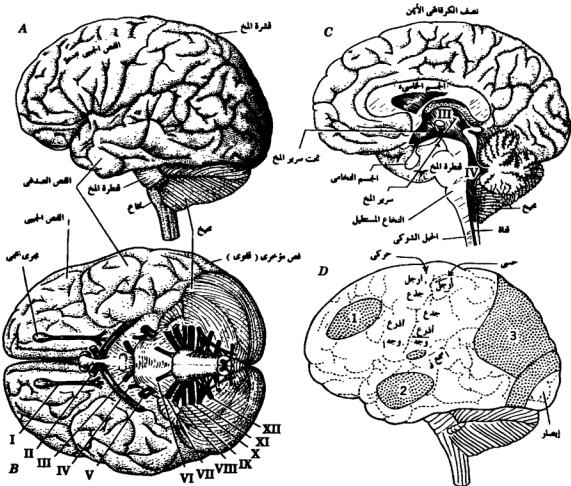
٩ - ٧ المسارات الحسية

بعدما يصل السائل إلى النخاع الشوكى ، فإنه يتبع مسارات حسية خاصة إلى مراكز عليا - وهذه تختلف بالنسبة لأنواع المتنوعة من المنبهات . إصابة العمود الشوكى تحدث فقداناً للإحساس على السطح المصاب فى حالة اللمس والضغط ، وعلى الجانب المقابل فى حالة الألم ودرجة الحرارة . فى الوضع الأول ، تدخل النيورونات الواردة لللمس والضغط إلى النخاع الشوكى ، وفى الحال تتجه إلى أعلى على نفس الجانب للنخاع المستطيل ، هنا ينتقل السائل عبر تشابك وينشط خلية عصبية ثانوية ، التى تعبر محاورها النخاع وتنتج لسرير المخ لتنتهى هناك . هذا التركيب ، فى جذع المخ ، يعمل كمحطة ترحيل حسى ؛ من هناك يُرسل السائل إلى قشرة المخ للإدراك الواعى والتكامل .

المسار لمنبهات الألم ودرجة الحرارة يكون خلال الجذور الظهرية ، ماراً إلى نيورونات واردة ، ومتنبهاً فى القرن الظهرى للمادة السنجابية . ماراً بتشابك ، يدخل السائل النيورون الثانوى الذى يعبر الحبل الشوكى عند نفس المستوى ثم ينتج إلى أعلى على الجانب المقابل للمستقبل الحسى الأصل ، ويصعد إلى ما بعد النخاع مباشرة إلى سرير المخ . من هناك يتبع النبض طريقاً مماثلاً لذلك الموصوف لللمس والضغط ، متنبهاً فى قشرة المخ . ثم يلاحظ أنه فى كلتى الحالتين ، يوجد عبور بين المستقبل الحسى وقشرة المخ ، ولو أنه عند مستويات مختلفة . وعلى ذلك ، فإن إصابة جزء من قشرة المخ ، كما فى التزيف المخى ، يحدث فقداناً فى الإحساس على الجانب المقابل للجسم . جميع النيورونات الموجودة دائماً ، تنمو مبكراً فى حياة الفرد ، ولكن استحداثات جديدة ومسارات تتكون طوال الحياة تبعاً لأنواع وشدة المؤثرات المستقبلية ونوع السلوك المتكون . يوجد تركز وظيفى لأنواع معينة من الظواهر الحسية والحركية فى القشرة ؛ وقد تأكد ذلك (شكل ٩ - ٣ د) جزئياً بالتجربة وجزئياً بدراسة تأثيرات إصابات المخ .

٩ - ٨ الجهاز العصبي الذاتي (شكل ٩ - ٥)

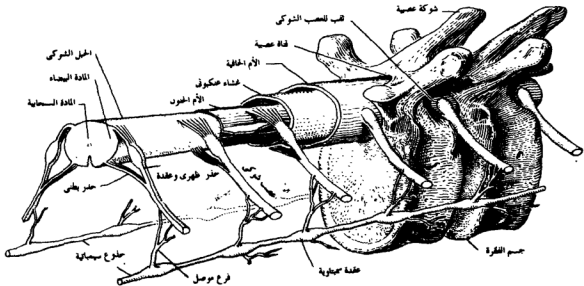
الأعصاب البدنية (الخفية ، الشوكية) تتصل أساساً بالعضلات الهيكلية وتوجه تفاعل الحيوان مع بيئته . على النقيض ، الجهاز العصبي الذاتي ، المكون من العقد والألياف المتصلة بجميع العضلات الملساء ، والغدد ، والأحشاء ، يختص بالوسط الداخلي للجسم . وهو يتحكم في الوظائف الروتينية (الخضرية) مثل معدل الأيض ، عمل وإيقاع العضلات الداخلية ، والحفاظ على حالة ثابتة (اتزان بدني) للمكونات في الدم ، الليمف وسوائل الجسم . في الطيور والثدييات ، الجهاز العصبي الذاتي ينظم بإحكام درجة حرارة الجسم عن طريق زيادة الأيض وانتفاش الريش أو القراء في الطقس البارد ، أو عن طريق تعزيز فقدان الحرارة في الجو الدافئ .



شكل ٩ - ٣ : أ) الجانب الأيسر . (ب) السطح البطني . XII-I أعصاب رأسية . (ج) قطاع مسطح . IV, III . بطيات . (د) الجانب الأيسر ، موضحاً تركز بعض الوظائف على سطح قشرة المخ . المناطق المرافقة (١ إلى ٣) منطقة .

الجزء الصدري . القطنى ، أو السمتاوى ، يشمل سلسلتين طويلتين من عقدة متصلة على امتداد الفقرات الجذعية والأورطى . الألياف الصادرة من النخاع الشوكى تمر فى الأعصاب الشوكية لتدخل العقد السمتاوية كألياف قبل عقدية . بتركها العقد ، كألياف بعد عقدية ، فإن تلك الألياف لكل مجموعة تتحد كضفيرة ، ثم تتوزع للأعضاء المختلفة ، كما يحدث مع الأعصاب من الضفيرة الجوفية للمعدة ، الكبد ... إلخ . الألياف السمتاوية الواردة تمر مباشرة من الأعضاء إلى الجنور الظهرية للأعصاب الشوكية ويدخل الحبل الشوكى . ونمة ألياف أخرى تتصل بالعضلات الناصبة للشعر ، بالغدد العرقية ، وبالأوعية الدموية الصغيرة . الجزء الخفى العجى ، أو الجهاز جار السمتاوى ، يشتمل على ألياف فى بعض الأعصاب الخفية ، إلى قرحة العين (III) الغدد والأغشية المخاطية للهم (V و VII) ، والقلب ، الرئتين ، المعدة ، والأمعاء الدقيقة العليا (١٠ أو الخائر) ؛ وألياف أخرى من الأعصاب العجى تتصل بالأعضاء فى البطن السفلى .

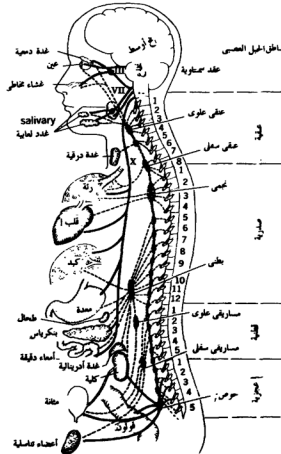
معظم الأعضاء الحشوية والبعض الآخر تغذى بواسطة كلى الجهازين ، والإثنان لهما تأثيرات مضادة إلى حد ما . الجهاز جار السمتاوى يشط إفراز اللعاب والعصائر الهضمية ، يزيد النشاط العضلى للأمعاء ، ويقلص الشعبات فى الرئتين ، يخفض درجات القلب ، ويقلص حدقة العين ويضبط العين للرؤية القريبة ، وعلى النقيض ، فإن السمتاوى يزيد ضربات القلب ، يقلل العمل المعوى المعدى ، يوسع الشعبات ... إلخ . مع إردىاد إفراز الإيسفرين من الغدد فوق الكلوية (فقرة ٨ - ٨) ، فإنه أيضا يعيى مصادر الجسم للطوارىء - الخوف ، الحرب أو القتال ، والإصابة ، الإيسفرين يضيق الأوعية الدموية للجلد والأحشاء ، يوسع تلك للقلب والعضلات الهيكلية ، يطلق الجلوكوز من الكبد لأبيض العضلات ، ويقلل وقت التحلط فى الدم .



شكل ٩ - ٤ : الحبل الشوكى فى الإنسان ، الأعصاب الشوكية ، والجهاز العصبى السمتاوى وعلاقتها بالفقرات ، والأغشية (سماعيا) حول الحبل .

أعضاء المجلس

المستقبلات التي تمنح الأحاسيس الواعية تسمى أعضاء الحس (شكل ٩ - ٦) . وظائف هذه الأعضاء معروفة جيداً فقط في الإنسان ، لا يمكننا دائماً أن نحدد وظائفها عن يقين ، في الحيوانات الأخرى . الحواس الخاصة في الإنسان هي كما يلي : اللمس ، متضمناً التلامس ، الضغط ، الحرارة ، والبرودة ؛ التنقو ، لبعض المواد مذابة ؛ الشم ، للكيموايات الطيارة والغازات في الهواء ؛ السمع للذبذبات في الهواء ، الماء ، أو المواد الصلبة ، والرؤية ، لموجات الضوء . بالمقارنة مع الإنسان ، فإن للكلب حاسة شم دقيقة ، فقط يسمع الأصوات ذات الطبقة العالية ، السر له رؤية حادة ، وغل العسل يستجيب للضوء أبعد من البنفسجي لكن لقليل من الأحمر . التركيبات الحسية تقع بحيث تقابل الوسط ، فتكون حول الجسم في الحيوانات المثبتة ، ولكنها تكثر أماماً في الأنواع ذات القوائم الجانبية .



شكل ٩ - ٥ : الجهاز العصبي الذاتي في الإنسان واتصاله بالجهاز العصبي المركزي والأعضاء الداخلية ؛
 رسم تخطيطي ومبسط . الجذع السميتاوي والعقد الرئيسية (بطنية ..إخ) ، نقطة ذاكّة ؛ الأعصاب السميتاوية ، خطوط مقطعة ؛ الأعصاب جاز السميتاوي ، خطوط مصمتة ثقيلة ؛ الأعصاب الخرية ،
 X₁, IX, VII, III ؛ الأعصاب الشوكية رقت لكل منطقة من الحبل الشوكي .

٩ - ٩ - اللمس

المستقبلات اللمسية شائعة على زوائد الالاسعات والديدان الحلقية ، وعلى قرون استشعار مفصليات القدم ؛ وتلك الأخيرة لها عادة شعر على الجسم (شكل ٢٢ - ٣ د) . في الفقاريات ، توجد مستقبلات لمسية على معظم السطح الخارجى . بعضها هى نهايات أعصاب حرة ، والأخرى هى كرات خاصة تحتوى على نهايات أعصاب حسية (شكل ٩ - ٧) . فى الإنسان هى أكثر حساسية توجد على مسافات متقاربة فوق الشفاة ، الوجه ، والأسطح الكفية للأصابع . عند طرف الأصبع يمكن الكشف عن ضغط ٣ جرام فقط لكل ملليمتر مربع ، ونقطتان على بعد ٢,٣ ملليمتر (بداعة ٢ نقطة) تسلمان أحاسيس منفصلة . فى حين أنه على ظهر الجسم تكون الحدود الدنيا هى ٤٨ سم ، ٦٧ ملليمتر .

٩ - ١٠ - التذوق والشم

يوجد إحساس كيميائى عام نحو الكيماويات المهيجة فى فم الإنسان وتجاويف الأنف ، وعلى كل الجسم فى البرمائيات ، الأسماك ، وكثير من الحيوانات المائية الأخرى . التذوق أو حاسة الذوق ، هى الإدراك الحسى للمواد المذابة بواسطة براعم التذوق . وتلك هى مجموعات من مستقبلات ضيقة ذات أطراف رقيقة فى ثقب خارجى صغير (شكل ٩ - ٨) . وتوجد عادة فى الفم أو حوله ، ولكنها توجد على الجسم فى الأسماك القبطية وسلك الشبوط وفوق رسغ القدم فى أبو دق . براعم التذوق فى الإنسان تغير الحلو ، الأملاح ، الأحماض ، والمواد المرة (شبيهة القلوية) ولكنها تختلف فى الحساسية تبعاً للتركيزات فى المواد المختلفة التى يمكن اكتشافها : سكر القصب ، جزء فى ٢٠٠ ؛ ملح المائدة ، واحد فى ٤٠٠ ؛ حامض أيدروكلوريك ، واحد فى ١٥,٠٠٠ ؛ استركتين ، ١ فى ٢,٥٠٠,٠٠٠ . أعضاء الشم فى الأسماك والحيوانات المائية الأخرى تستجيب مثل براعم التذوق للمواد المذابة فى الماء .

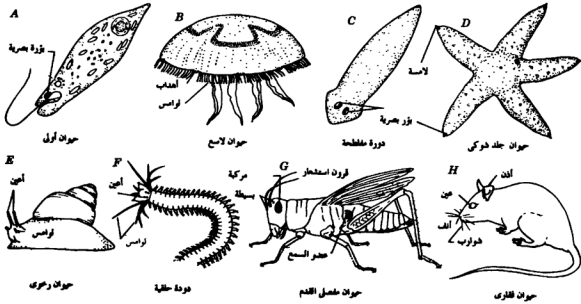
وبراعم التذوق ، بجانب وظيفتها العادية ، قد تساعد فى الحفاظ على استقرار الوسط الداخلى للجسم . فالفران التى تعانى من التغذية التجريبية أو النقص فى إفرازات الغدد الصماء ، حيناً تمنح الخيار بين الأطعمة والسوائل ، فإنها تختار تلك التى تحتوى على المواد التى تحتاجها .

الشم - - التذوق عن بعد - - يعتمد فى الإنسان على خلايا عصبية رفيعة بأطراف مكشوفة مباشرة ، فى أغشية مخاطية إلى أعلى فى التجويف الأنفى (شكل ٩ - ٩) . التيارات الدوامة من الهواء تحمل مواد طيارة مباشرة نحو تلك الأطراف الخلوية ، التى لديها حساسية أكبر بكثير من براعم التذوق . الإنسان يمكنه الكشف عن زيت النعناع عند ٠,٠٢٤ ملليجرام فى كل لتر من الهواء ، والمسك الصناعى عند ٠,٠٠٤ ملليجرام فى كل لتر . كثير من تذوقنا للطعام يعتمد على الرائحة ، كما يتضح من الحقيقة أنه حيناً يسبب البرد احتقاناً فى الأغشية الأنفية ، فإن تذوق جميع الأطعمة يتشابه كثيراً . حاسة الشم أكثر دقة بشكل متسع بين الثدييات البرية والحشرات ، وتقدمها بشكل

متباين في الثور على طعامها ووليفها وأحياناً في تجنب أعدائها المفترسة . في بعض الفرائش ، قد تجذب رائحة الأنثى الذكر على بعد ميل أو أكثر .

٩ - ١١ التوازن

حويلة التوازن (شكل ١٨ - ١١ ب) هي عضو صغير للتوازن ، فيه ترقد حبيبة بين زوائد تشبه الشعر فوق خلايا حسية . تغير وضع الحيوان يأتي بالحبيبة ، أو حصة التوازن ، تجاه واحد من المستقبلات ، التي توصل سيالاً ميبناً وضع الجسم بالنسبة للجاذبية . في الرخويات ، تكون ، حصة التوازن عبارة عن منحرج كلسي صغير ، في حين أنها في جراد الماء (فقرة ٢١ - ١١) عبارة عن حبة من الرمل تؤدي هذه المهمة . بعض الحيوانات المائية لها أعضاء توازن تساعد في التوازن بواسطة حساسيتها للتغيرات الصغيرة في الضغط . المثانات الهوائية وفقاعات الهواء تؤدي وظيفة التوازن في كثير من الأسماك والحشرات المائية .



شكل ٩ - ٦ : وسائل حسية وأعضاء الحس في أنواع عديدة من الحيوانات . (أ) حيوان أولي (يوجلينا) ، « بؤرة بصرية » . (ب) حيوان لامع (حيوان هلامي) ، أهداب ولوامس . (ج) دودة مفلطحة (حاسيا) ، بؤرة بصرية . (د) حيوان جلد شوكي (نجم البحر) ، بؤرة بصرية على أطراف الأذرع . (هـ) حيوان رخوي (قوقع أرضي) ، أعين ولوامس فوق الرأس ، (و) دودة حلقة (دودة الرمل) ، أعين ولوامس فوق الرأس . (ز) حيوان مفصل القدم (جراد) ، كلا الأعين المركبة وال بسيطة وقرن الاستشعار على الرأس ، أعضاء السمع فوق الصدر . (ح) حيوان فقاري (لذي) ، أعين ، آذان ، أنف ، أيضاً شعر . (حى) (شوارب) فوق طرف الرأس .

الأذن الداخلية لمعظم الفقاريات لها ثلاث قنوات نصف دائرية مملّية بسائل (شكل ٩ - ١٠ أ) ، في ثلاثة مستويات منفصلة ، كل منها بانتفاخ ، أو أمبولا ، يحوى على عضو توازن يشبه حويصلة التوازن ، به من واحدة إلى كثير من حبيبات كلسية فوق « خلايا شعرية » حساسة . إمالة الرأس أو تحويل الجسم يزعج الحبيبات أو يسبب حركة السائل في واحدة أو أكثر من القنوات . وبالتالي فإن هذه تثير الخلايا الشعرية التى تتصل بأعصاب وتحث حركات عضلية منعكسة التى وفقاً لها يحتدل الجسم .

٩ - ١٢ عضو السمع

في معظم الثدييات (شكل ٩ - ١٠) له كأس خارجى يجمع للصوت (صوان) حول قناة أذن خارجية أنبوية . عند طرف القناة ، تعمل موجات الصوت على ذبذبة طبلة الأذن ، أو غشاء الأذن . هذه الحركات تضخم وتوصل بواسطة ثلاث عظيمات سمعية (المطرقة ، السندان ، الركاب) لتنتج ذبذبات في السائل الذى يملأ القوقعة الحلزونية للأذن الداخلية . في الأخيرة ، يوجد عضو كورتى (شكل ٩ - ١٠) متكوناً من غشاء قاعدى يحوى على ألياف ذات أطوال مختلفة ، صفوف من خلايا شعرية ، وغشاء غطائى متدل . ذبذبات ذات تردد معين تؤثر في ألياف قاعدية خاصة ، وبذلك تحرك الخلايا الشعرية المتوافقة صعوداً ونزولاً . حينئذ تلامس الشعيرات الغشاء الغطائى ، تتولد سيالات عصبية ثم تنتقل بواسطة العصب السمعى إلى المخ . الفقاريات الأرضية لدينا ليس لها صوان أذن ، القوقعة فيها قصيرة جداً أو هى ممثلة بواسطة بروز صغيرة (قنبلة) ، وعظمة واحدة (عويمود) تحمل على العظيمات الثلاث . أذن الإنسان تستجيب لترددات حوالى ٣٠ إلى ١٥,٠٠٠ أو أكثر في الثانية بين اللافقاريات ، توجد مستقبلات الصوت أساساً في حشرات معينة (شكل ٢٢ - ١ ؛ فقره ٢٢ - ٩) .

٩ - ١٣ الضوء والرؤية

مستقبلات الضوء الحساسة للضوء توجد في ديدان الأرض ، وتوجد « بقع عينية » على لاسعات مختلفة ورخويات . من هذه التركيبات البسيطة ، قد نشأت أنواع مختلفة من العيون . بين مفصليات القدم ، يوجد كلا العين البسيطة والركبة (أشكال ٢١ - ٦ ، ٢١ - ١٣ ، ٢٢ - ١) . الأخيرة تتركب من أعين منفصلة عديدة بعدسات مرتبة مثل فيسفا . الرخويات الرأسقدمية لها أعين تشبه كثيراً تلك التى للفقاريات ، ولكنها تنشأ بطريقة مختلفة .

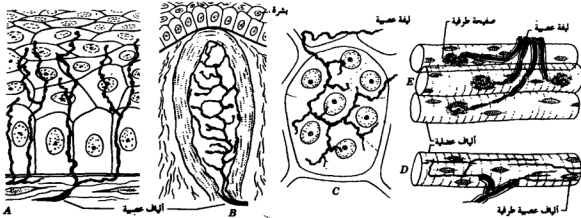
العين هى أكثر الأعضاء الحسية تعقيداً بين الفقاريات ، وتستجيب للضوء أو الإشعاع الكهرومغناطيسى ذى ترددات معينة (شكل ٩ - ١١) . كرة العين تقع في جحاج العين ، أسفل جفون العين ؛ وهى تتحرك بواسطة - ست عضلات متصلة بسطحها الخارجى . تركيبها متناظر مع تركيب آلة التصوير ، فلها عدسة محدبة المجهتين شفاقة تكون صورة على الداخل الحساس .

الطبقة الصلبة الخارجية ، مكونة من نسيج ضام ، تمد بمحفظه دعامية ، بالقرنية كواجهة شفافة .
الطبقة التالية أو المشيمية تشمل أوعية دموية وكثيراً من الصبغ الأسود ليدخر كل الضوء الذى يدخل من الأمام .

الطبقة الداخلية أو الشبكية تحتوى على العصي والمخاريط ، وهى مستقبلات الرؤية ، التى تتصل بالعصب البصرى (المخى الثانى) . العصي (حوالى ١١٥ مليون فى عين الإنسان) تكون الأحاسيس غير الملونة فى الضوء الضعيف ، فى حين أن المخاريط (٦,٥ مليون) نشطة فى الضوء الساطع وحساسة للضوء الملون . بداخل القرنية يتخصص جزء من طبقة المشيمية كقرنية ، وهى قرص ملون بفتح مركزية أو مركزية أو إنسان العين ، التى خلالها يدخل الضوء إلى العدسة المستديرة خلفها مباشرة . إنسان العين يتقبض أو يتسع لتنظيم كمية الضوء التى تدخل العين . العدسة تركز الضوء على الشبكية . المسافة أمام العدسة تحتوى على سائل مائى رقيق وتلك خلفها ، تحتوى على سائل رجاجى جيلاتينى ، وكلا السائلين يعمل على الحفاظ على هيئة كرة العين .

بعد التعرض للضوء الساطع ، يلزم بعض الوقت للتأقلم على الرؤية فى الظلام (الرؤية فى ضوء ضعيف جداً) . تحتوى العصي على صبغ الرؤية ، أرجوان بصرى ، أو رودوبسين ، الذى يبيض بواسطة الضوء ويجب أن يكون موجوداً للرؤية فى الضوء الضعيف . النقص الحاد فى فيتامين أ يتدخل فى التأقلم فى الظلام ، مسبباً « عمى ليلى » .

يوجد ثلاثة أنواع من المخاريط تستجيب للضوء الأحمر ، الأخضر ، والأزرق ، وكذلك للألوان الوسطية بالاتحاد بين الألوان . كلا العصي والمخاريط تحتوى على أصباغ ضوئية ، تتأثر بالضوء

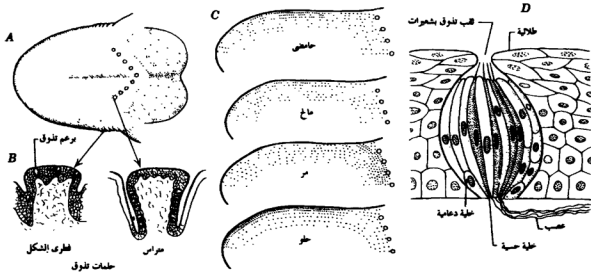


شكل ٩ - ٧ : مستقبلات ومستجيات ، الأعضاء النهائية المتصلة بالأعصاب الحسية والحركية . (أ) نهايات عصبية حسية حرة فى قرنية العين . (ب) كرة نايمستر (حسية) تحت بشرة الإنسان . (ج) نهايات عصبية فوق علية غدية فى البكرياس . (د) ألياف حركية على العضلات فى الضفدع . (هـ) صفائح طرفية حركية فوق ألياف عضلية فى الأرنب (من كاجال ، علم الأنسجة . شركة وليامز ، ويليكنز .

والسيلات العصبية المحدثة. الصبغ الضوئي يتكون من جزئء حامل اللون متصل ببروتين ، أوبسين . حامل اللون هو شكل مختلف من فيتامين أ . الأوبسين ، وهو مختلف لكل نوع من مستقبلات الضوء ، يحدد نوع الحساسية لصبغ الضوء . الضوء الذي يسقط فوق صبغ الضوء يغير حامل اللون ، الذي ينفصل عن الأوبسين . في الإعادة ، تنعكس هذه العملية . عين الإنسان حساسة لطيف مرئي من البنفسجي إلى الأحمر (٣٩٧ إلى ٧٢٣ ن م ، والأكثر حدة عند ٥١٠ ن م = أصفر) ؛ وهي لا تستطيع أن تترك ذبذبات لأطوال موجية أخرى . التركيز في الثدييات ، الطيور ، والسحالي يتم بواسطة تغير في انحناء العدسة من خلال فعل العضلة الهدية ، في حين أنه في فقاريات أخرى عديدة تتحرك العدسة أماماً وخلفاً كما في آلة التصوير . حجم الفتحة أو إنسان العين في حجاب القزحية ، الذي يسمح للضوء بالمرور نحو الداخل ، يتغير انعكاسياً تبعاً لكثافة الضوء . كثير من الثدييات ، بعض الطيور ، وقليل من الفقاريات الأخرى ، لها رؤية ثنائية العينين في كون كلتا العينين يمكنهما أن تركز على شيء في جزء من مجال الرؤية . مثل هذه الرؤية تسهل على اكتشاف التحركات في خط الرؤية وتمكن الإنسان وبعض الحيوانات من الحكم على المسافات بدقة .

٩ - ١٤ المستقبلات الذاتية

يوجد عدد من « أعضاء الحس » في العضلات ، الأربطة ، الأنسجة الضامة ، والأنسجة الهيكلية ، التي لا تنتج إحساسات محددة جيداً ولكنها تساعد على التنسيق بين أوضاع الأطراف



شكل ٩ - ٨ : ميكانيكية التذوق في الإنسان . (أ) سطح ظهري للسان . (ب) نوعان من حلقات التذوق في قطاع ومكبرة . (ج) الإحساس النسي فوق اللسان لأربعة تذوقات . (د) قطاع في برعم تذوق ؛ مكبر وتغطي . (ج) عن باركر ، الشم ، التذوق ، والحواس المرتبطة بها في الفقاريات ، ج ، ب شركة لينكوت)

وتختص عادة بما يعرف « بحاسة الإحساس بالحركة » . هذه هي المستقبلات الذاتية . الفعل البسيط من لمس جزء معين من الجسم حيناً تكون الأعين مغلقة ، يعلم بواسطة التدريب ويستلزم ذاكرة غير واعية عن التواترات الحقيقية وتحتية العضلات اللازمة لوضع الإصبع في البقعة الصحيحة . الطريقة نفسها تستخدم في بعض الأفعال المعقدة التي ، طالما علمت ، تؤدي بلا وعى ، كما في لعب البيانو ، التزحلق ، أو الكتابة على الآلة الكاتبة . إلى حد ما المستقبلات الذاتية مسؤولة عن الحفاظ على الوضع .

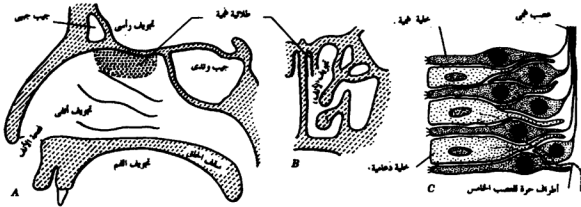
سلوك الحيوان

الكثير من سلوك الحيوان يمكن شرحه بتعبيرات المؤثرات والاستجابات كما هو مناقش في صفحات سابقة ، ولكن الموضوع يصبح معقداً عند التعامل مع الحيوانات العليا والإنسان . علماء الفسيولوجيا ، وعلماء البيئة ، وبالذات علماء النفس عملوا الكثير لتقدم المعرفة في هذا المجال ، ودارسو التطور يعتبرون أن السلوك لأي حيوان هو مجرد صفة مميزة مثل تركيبه وقد تطور بنفس الطريقة .

٩ - ١٥ أنواع الاستجابات

كل نماذج الاستجابة هي ثمرة تفاعل الوراثة والبيئة . بعض الاستجابات موروثة بدرجة كبيرة ، والبعض يتعلم بدرجة كبيرة ، ولكن الكل يحتوي كل العناصر الجينية . بعض الاستجابات في الحيوانات يمكن تصنيفها بسهولة ، ولكن الكثير منها لا يمكن تصنيفها ، لأنها تختلف عن بعضها البعض في الدرجة وليس في النوع . بين الحيوانات الدنيا ، نرى الكثير منها غير متغيرة ، في حين أنه في الأنواع العليا تسود الاستجابات المتغيرة . الأميبا تبدى العديد من الاستجابات الثابتة ؛ ومع ذلك فيمكنها أن تتعلم بطريقة بسيطة . سلوك الإنسان متغير بدرجة عالية ، ولكن البشر هم العديد من الاستجابات الثابتة واللاإرادية .

نوع الإستجابة غير المتغيرة أساساً ، الذي بواسطته يوجه الحيوان نفسه تجاه أو بعيداً عن منه معين ، يسمى انتحاء *taxis* . (التعبير انتحاء : "tropism" يُقَرَد الآن للحركات الاستثنائية للنباتات) . السمكة التي تتقدم ضد التيار حتى يتأثر جانبها بالتساوي بواسطة الماء المتدفق ، تبدى انتحاء إيجابياً للتيار ، والحشرة التي تتسلق مباشرة لأعلى في عكس الجاذبية الأرضية يقال أنها تبدى انتحاء سلبياً للجاذبية . الفراشة التي تطير مباشرة نحو الضوء هي إيجابية الضوء أو تبدى انتحاء إيجابياً للضوء ، في حين أن العرصور الذي يسرع إلى مكان مظلم عندما يسقط عليه ضوء أثناء الليل هو سالب الضوء (انتحاء سلبى للضوء) . هذه الأنواع المتعددة من الاستجابة تعتبر أنها تعتمد على الأفعال الانعكاسية .

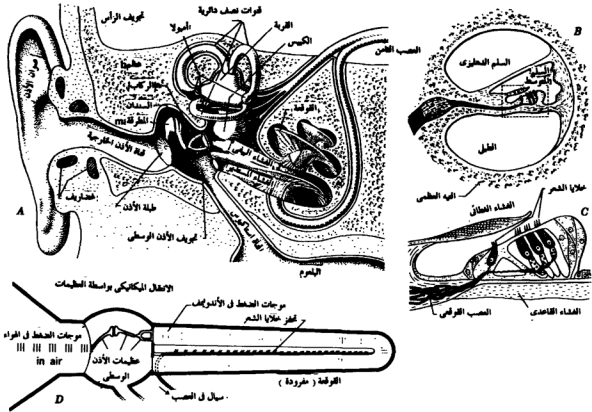


شكل ٩ - ٩ : ميكانيكية الشم في الإنسان ، رسم تخطيطي . (أ) قطاع في الرأس مبيناً خلايا الشم فوق الجدار الجانبي للتحوير الأنفي الأيمن . (ب) قطاع عرضي في تحوير الأنف . (ج) قطاع مجهرى مكبر للخلايا الشمية . (د) عن باركر ، الشم ، الطلوق ، والحواس المتصلة بها في الفقاريات ، شركة ج ، ب لنكوت .

٩ - ١٦ الأفعال الانعكاسية

أبسط استجابة متضمنة جهازاً عصبياً هي فعل انعكاسي ويحدث في الحيوانات ذات الحبال العصبية والأعصاب ، مثل الديدان الحلقية ، مفصليات القدم ، والفقاريات . حيناً تنبئ رجل إنسان وتعلق حرة ووتر الركبة يضرب ضرباً خفيفاً ، فإن الرجل تنتفض نحو الأمام . إنعكاس انتفاضة الركبة هذا هو استجابة ذاتية ، غير متعلمة ، ولا إرادية لمنه . القوس الانعكاسي (شكل ٩ - ١٢ أ) ، (١) يستلزم مستقبلاً مثاراً بواسطة منه ، (٢) يحفز سيالاً عصبياً في زائدة شجرية لخلية عصبية حسية ، يمر خلال جسم الخلية العصبية (في عقدة الجذر الظهرى) وعلى امتداد المحور الحسى في المادة السنجابية للحبل الشوكي . هناك (٣) يعبر السيل تشابكاً ، أو مركز ارتباط إلى (٤) موصل ثاني ، الخلية العصبية الحركية (الصادرة) ويستمر خارج محورها في الجذر البطنى تجاه (٥) العضو النهائي المتصل ببعضه مستجيب ؛ إذا كان الأخير عضلة ، فهي تثار لتقبض . انعكاسات بسيطة أخرى هي غمز جفون العين حيناً يدفع جسم أمام العين ، والإفراز الفجائى للدموع بواسطة الغدد الدمعية حيناً تقع ذرة من التراب على القرنية . الفعل الانعكاسي قد يتطلب إحساساً واعياً أو لا يتطلب ذلك .

القليل من الانعكاسات - إن وجدت في الفقاريات يكون حقيقة بسيطاً . معظمها هي انعكاسات مركبة خلالها السيل ، الذى يدخل في نيورون حسى واحد ، يؤثر في عدة نيورونات حركية من خلال نيورونات وسطية أو ضابطة (شكل ٩ - ١٢ ب) ؛ أو السيلات من عدة نيورونات حسية تتجمع لتؤثر في نيورون حركى واحد . الانعكاسات المتحالفة تتحد لتنتج تأثيراً منسقاً ، مثل الحركات العضلية لشخص حيناً يمشى ، أو للودة أرضية أو يوقه حيناً ترحف . هذه الأفعال قد تتحور أو تثبط خلال نيورونات موصلة ممتدة إلى أجزاء أخرى من الحبل العصبى وإلى المخ (شكل ٩ - ١٢ د) .



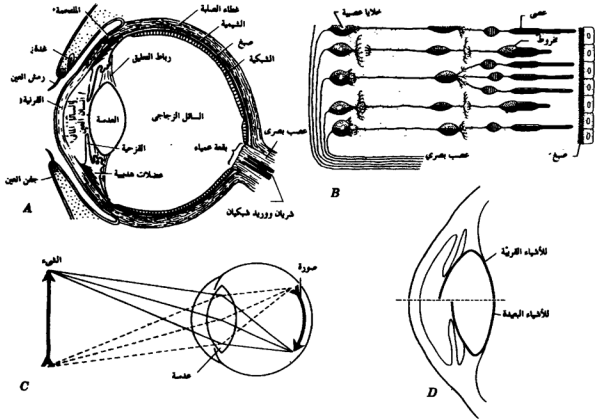
شكل ٩ - ١٠ : ميكانيكية السمع وحفظ التوازن في الإنسان . (أ) التركيب العام للأذن . (ب) قطاع عرضي في جزء واحد من القوقعة (منطقة جـ محصورة بخطوط متقطعة) . (جـ) قطاع مكبر خلال العضو اللولبي لكورني بخلايا شعر حسية . (د) رسم تخطيطي لانتقال الصوت من الهواء إلى سائل في العصب السمعي .

الانعكاسات المتسلسلة تعمل في تناوب ، استجابة أحدهما تصبح منبهاً للتالي . الضفدعة تستجيب لحشرة تتحرك قريباً منها بواسطة فتح قفصها ودفع لسانها نحو الأمام ثم إلى الخلف ؛ الفريسة المقتنصة في الفم تنبه المستقبلات هناك لتسبب إغلاق الفم ولتبدأ انعكاسات البلع في البلعوم والمرىء .

بالتدريج ، قد يصبح الانعكاس مشروطاً ليتبع منبهاً يبيئاً معيئاً على نحو مختلف عن المنبه الأصل الذي أحدثه ، في الكلب ، رؤية الطعام تحدث تدفقاً لللعاب انعكاسياً ، في حين أن دق جرس لا يحدث ذلك . العالم الفسيولوجي الروس بافلوف دق جرساً كلما قدم طعاماً لـ كلب . بعد عدة مرات مجرد صوت الجرس ، بدون طعام ، أحدث إفرازات لللعاب في الحيوان . وصمى بافلوف هذا انعكاساً مشروطاً . كثير من أفعال البشر تصبح انعكاسات مشروطة ، غالباً ذات صفة محققة . الأداء المعاد لفعل معين أو طريقة ، تصبح عادة مع بعض التغير الثابت إلى حد ما في أسلوب الاستجابة لمؤثر ما . وعلى ذلك فإن كثيراً من الأنشطة الروتينية للبشر تصبح مجرد عادات للدرجة أنها تحفز بواسطة منبهات معينة ، بدون تدخل من الإرادة ، مثال لذلك عندما يلبس الإنسان نفسه .

٩ - ١٧ الغريزة

الغريزة هي نموذج من سلوك معقد غير متعلم إلى درجة كبيرة متضمنا عادة مجموعات من انعكاسات متسلسلة . معظم الغرائز محددة وراثيا ، وتعمل على الحفاظ على الفرد أو النوع . في كثير من أنواع الحيوانات ، اختيار الطعام ووسائل الحصول عليه هي أفعال غريزية طوال الحياة ، في حين أن الغرائز المختصة بالتكاثر تظهر فقط حينما يصبح الأفراد بالغين جنسياً . بين الحيوانات التي تعيش أكثر من سنة واحدة ، فإن الغرائز التناسلية تكون نشطة فقط أثناء فصل التزاوج ، هجرة الطيور والأسماك وطريقة بناء الأعشاش ورعاية الصغار بين الحشرات والفقاريات تحكمها الغريزة كلية أو بدرجة كبيرة . دور الطين يضرب مثلاً للورة معقدة من الغرائز . كل أنثى ، بدون خبرة مسبقة أو تعلم ، تبنى أنبوبة من الطين ؛ ثم قبيل إحكام غلقها ، تقتنص وتشل عناكب يربانها ، تضع بيضة على كل ، ونحتم الغلق عليها في



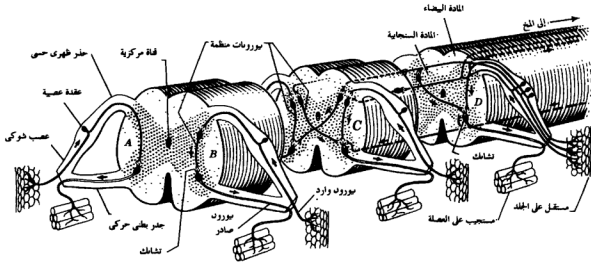
شكل ٩ - ١١ : ميكانيكية الإبصار في الإنسان . (أ) قطاع رأسي وسطي في العين . (ب) رسم تخطيطي مكرر لتركيب الشبكة . يدخل الضوء إلى الشبكة من اليسار . (ج) تعمل العدسة على تكوين صورة (مصغرة ومقلوبة) على الشبكة بنفس الطريقة التي تنتج بها عدسة الكاميرا صورة على الفيلم الفوتوجرافي . (د) الظهور في شكل العدسة (تكيف للتركيز على الأشياء القريبة والبعيدة) . (أ ، محورة عن دايكن ، مبادئ الحيوان العام ، مطبعة جامعة أكسفورد) .

الأنبوبة . يرقات الدبابير تفقس وتتغذى على القرصة الحية ، وعند النضوج ، تشق الدبابير الصغيرة طريقها نحو الخارج . الأنثى الأم لا ترى صغارها أبداً ولكن سلوكها الغريزي وفيما بعد سلوك الصغار يعمل على الحفاظ على النوع . في الحشرات الاجتماعية مثل نحل العسل (فقرة ٢٢ - ١٣) ، كل فئة لها غرائز منفصلة تعمل مع بعضها لمصلحة المستعمرة .

ما بعد الانتعاشات ، والانعكاسات ، والغرائز الوراثية ، توجد الأوجه العليا للوظائف العصبية ، التي بها تصبح نماذج السلوك الفطري هذه ، متحورة للملائمة لاحتياجات خاصة . وتلك تتدرج إلى أعلى حتى استعراض الذكاء بين الفقاريات العليا والإنسان ، التي فيها يحوى المخ على عدد كبير وترتيب أكثر تعقيداً من المسارات الموصلة وأعداد أكبر من نيورونات مترابطة في قشرة المخ .

٩ - ١٨ التعلم والذكاء

للكبوت ذى الحياة القصيرة ، لا يوجد وقت ليتعلم كيف يغزل نسيجاً معقداً بالمحاولة والخطأ . هذا العمل الغريزي تطور بلا شك عن طريق الانتقاء الطبيعي على امتداد فترة طويلة (شكل ٩ - ١٣) . الفقاريات العليا لديها وقت طويل لتتعلم نماذج السلوك من والديها . الثدييات على الأخص لها اتصال طويل إلى حد ما بالأم خلال الفترة التي تُرثى فيها .



شكل ٩ - ١٢ : رسم مجسم مبسط للحبل الشوكي والأعصاب للفقاريات وبين العلاقات بين الخلايا العصبية (النيورونات) اللازمة للأقواس الانعكاسية . نيورونات واردة ، مصمتة ؛ نيورونات صادرة ، محددة ؛ نيورونات مرافقة ، خطوط مقطوعة ؛ مستقبلات ؛ كآ في الجلد ؛ المستقبلات ، كآ في العضلات . تين الأسهم مسارات السيلات العصبية . كل عصب يحوى على العديد من الألياف . (أ) قوس انعكاسي بسيط . (ب) قوس انعكاسي ذو نيورون منظم واحد . (ج) قوس انعكاسي ذو وصلات عرضية . (د) قوس انعكاسي ذو وصلات عرضية ووصلات أخرى من وإلى المخ .



شكل ٩ - ١٣ : بيت العنكبوت دائري النسيج . العنكبوت الصغيرة تغزل نسيجاً مضبوطاً في أول محاولة لها . تكون قطرة أفقية عن طريق ترك خيط ينساق حراً حتى يلتصق بفرع أو دعامة أخرى . بعد ذلك ، يقوم العنكبوت بعمل تركيب يشبه حرف Y يتدل من وسط القنطرة . ثم تغزل أنصاف القطر وتلتقي في المركز . أخيراً ، يُغزل الخلزون من الخارج للداخل ، ثم يستقر العنكبوت بعيداً ، ولكنه عندما تقع الفريسة ، يُبْه بحركة أنصاف القطر أو بواسطة خيط إشارة . العنكبوت العمياء تغزل بيوتاً عادية ؛ وعلى ذلك ، فالإبصار ليس هاماً في غط السلوك الغريزي .

بعض أنواع التعلم التي دُرِست تجريبياً هي (١) التكيف المشروط كما في تجربة بافلوف مع الكلب المفزز للعباب ؛ (٢) التعلم الآلي ، الذي فيه فأر أو حيوان آخر ، من خلال المحاولة والخطأ ، يتعلم أن يستخدم وسائل آلية ليحصل على الطعام ؛ (٣) تعلم إدراكي حسي ، حيث يتخطى حيوان طور المحاولة والخطأ ويصل للجواب الصحيح بعد تحليل المشكلة . السلحفاة ، مثلاً ، توقف بواسطة عائق ، في حين أن الكلب يلاحظ العائق ثم يمشي حوله . الانطباع هو نوع خاص من التعلم مستلزماً تفاعل العوامل الداخلية والخارجية . الحيوان ينطبع بسهولة كبيرة عند طور خاص من النمو

بواسطة منبهات بها بعض الخواص المحددة جيداً . وليست مجرد أية منبهات تفعل ذلك . البطة الصغيرة ، مثلاً ، تتبع أول جسم متحرك تراه بعد الفقس بوقت قصير . هذا يمثل عادة أمها ، ولكن كونراد لورنز ، أول عالم سلوك نمساوى ، علّم بنجاح ثلاث أوزات صغار أن يقلوه « كأهمهم » . الانطباع الصوتي قد يحدث أيضاً في الطيور ، وفي البعض حتى قبل الفقس . الهجرة للموطن في السالمون ، قد تعتمد على الانطباع أثناء الحياة المبكرة ، ومن ثم فإن هذه الأسماك قادرة على أن تميز الخواص الكيميائية الفريدة للمجرى حيث كانت قد فقسست فيه . الذكاء أو القدرة على التعلم يتكون جيداً بين الفقاريات العليا والإنسان ، التي فيها يحتوي المخ على عدد كبير وتنظيم أكثر تعقيداً من المسارات الموصلة وأعداد أكبر من النيورونات المترابطة في القشرة الخفية . مناقشة عن طبيعة الإدراك ، الذاكرة ، والإرادة تتجاوز مجال هذا الكتاب .

مراجعة

- ١ - أيهما أقرب شياً للجهاز العصبي : محطة توصيل إذاعى أو لوحة مفاتيح تلفزيونية ؟
- ٢ - ميز بين المحور والزائدة الشجرية ، بين عقدة عصبية وعصب ؛ بين ألياف نخاعية وغير نخاعية .
- ٣ - أعرض أساسيات نظرية النيورون .
- ٤ - ما هى أدنى مجموعة من الحيوانات تحتوى على حل عصبى أو أحبال ؟
- ٥ - كيف تختلف الأحبال العصبية للفقاريات والفقاريات ؟
- ٦ - عرف التقسيمات الرئيسية لمخ الفقاريات ووظيفة كل .
- ٧ - أية خدمات تؤدي بواسطة الجهاز العصبي الذاتي ؟ ما هى أهمية هذا الجهاز فى الإنسان ؟
- ٨ - صف الاختلافات بين التدفق والرائحة فى الإنسان فيما يخص بالنوع والدرجة .
- ٩ - إذا لم يستطع رجل أن يسمع تردداً من ١٠,٠٠٠ سايكل فى الثانية ، أية تركيبات قد تكون متسببة ؟
- ١٠ - أى فيتامين يؤثر فى الرؤية الليلية ؟ لماذا يلبس كثير من الناس نظارات ؟
- ١١ - تتبع النتائج من الجلوس المفاجئ فوق شئ مدبب بمحدة ؛ بين بعض المسارات الرئيسية من المنبه حتى الاستجابة وتركيبات الجسم الأساسية المستخدمة .
- ١٢ - كيف تختلف غريزة وانعكاس مشروط ؟ ما هى أمثلة كلي فى الجنس البشرى ؟

الفصل العاشر

التكاثر والتكوين

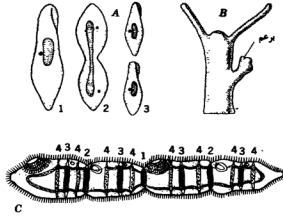
القدرة على إنتاج أفراد حية جديدة هي صفة مميزة أساسية لجميع الكائنات . البيولوجيون الأولون فهموا صحيحاً كيف أن الحيوانات العليا تتكاثر ، غير أنه لعدة قرون كان معتقداً أن كثيراً من أوجه الحياة نشأ من مواد غير حية بواسطة التولد الذاتي - الديدان وأبو ذنبية من الطين والذهب من جثث الحيوانات الميتة . هذه الأفكار - الخاطئة قد تركت تدرجياً بعد ما أوضح فرانيسكو ردى (لإيطاليا ، ١٦٢٦ - ١٦٩٧) في سنة ١٦٦٨ أن اليرقات والذبابات تنتج من اللحم فقط إذا وضع الذباب الحى أيضاً على مثل هذه المادة . منذ قرن مضى فقط ، كان يظن أن البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى يمكن أن تتكون ذاتياً . في ١٨٦١ ، لويس باستير (فرنسي ، ١٨٢٢ - ١٨٩٥) زرع بكتيريا في قوارير لها رقبة طويلة جانبية تشبه حرف S ، عملت كمصيدة لكائنات محمولة بالهواء ، ولكنها كانت غير مغلفة . ظالماً أن البكتيريا في القارورة قتلت بواسطة الحرارة ، فإن الوسط بقى بدون حياة . مبدأ التعقيم الذى أوضحه هو أساس تطهير الكائنات الدقيقة بواسطة الحرارة أو الكيماويات . وهو يستخدم في الجراحة والطب هذه الأيام ، في حفظ الطعام بالتعليب ، في حفظ اللبن المبستر ، في وقاية مصادر المياه العامة ، وفي أوجه أخرى من الحياة الحديثة .

جميع الأدلة المعول عليها تبين أن الحياة الجديدة تأتي فقط من حياة كانت توجد في قبل ؛ تلك هي عملية النشوء الأحيائي ، أو التكاثر .

التكاثر

١٠ - التكاثر اللاجنسى

التكاثر الذى يستلزم فقط أباً واحداً ولايستلزم تراكيب تكاثرية خاصة يسمى تكاثراً لا جنسياً . وهو يحدث في كثير من النباتات وكثير من الحيوانات الدنيا . الأوليات مثل البراميسيوم تتكاثر بواسطة الانشطار الثنائي ، الذى فيه ينقسم فرد إلى نصفين ، عادة متساويين ، بعدها ينمو كل إلى



شكل ١٠ - ١ : أنواع التكاثر اللاجنسى . (أ) انشطار ثنائى فى البراميسيوم . (ب) التبرعم فى الهيدرا . (ج) التكسير فى دودة مفلطحة ، ميكروستومام ؛ تين الأعداد تتابع مستويات الانشطار التى سوف تقسم الحيوان إلى ١٦ جزءاً ، كل جزء يمكنه فيما بعد أن يصبح فرداً . (عن فون جراف) .

الشكل الأصلى . النواة تنقسم ، ثم السيتوبلازم . الانشطار المتعدد ، تكوين الجراثيم ، يحدث فى الجرثومات (بلازموديوم .. الخ) ، حيث تنقسم النواة تكراراً ثم ينقسم السيتوبلازم إلى أجزاء أصغر حيث يحيط كل جزء بكل نواة من الأنوية العديدة الناتجة (شكل ١٥ - ١١) . التبرعم هو نوع من التكاثر فيه ينشأ فرد جديد كبروز ، أو برعم ، على حيوان أكبر ؛ ينمو إلى شكل وحجم هذا الأخير . التبرعم فى الاسفنجيات ، اللاسعات ، البرايوزوا ، والقريبات ينتج مستعمرات من عديد من الأفراد . أسفنج الماء العذب أيضاً ينتج براعم فردية ، أو دريرات (فصل ١٦) ، كل من عدة خلايا ، بدخل غلاف سميك عام . وتلك تنطلق ، وفيما بعد تنتج كل دريرة فرداً جديداً . البرايوزوا لها براعم داخلية تسمى أكياس التوازن تنمو إلى أفراد جديدة .

التقطيع يحدث فى بعض الديدان المفلطحة (تيريلاريا) والديدان الشريطية (التيريتيا) يقطع الفرد إلى جزئين أو أكثر ، كل جزء قادر على النمو ليكون حيواناً كاملاً (شكل ١٠ - ١) .

١٠ - ٢ التجديد

المقدرة على استبدال أو تجديد أجزاء مفقودة بإصابة أو غير ذلك يكون مائلاً للنمو بعد التقطيع . الحيوانات الصغيرة والأنواع الدنيا فى سلم التطور لها عادة قوى تجديدية أكبر من الحيوانات الأكبر سناً أو العليا . قطعة من نبات الصفصاف أو الخيزرة الأفرنجى فى تربة رطبة سوف تنمو إلى نبات جديد ، وأجزاء من اللاسعات الهيدرية إذا زرعت فى ماء البحر سوف تكون حيوانات كاملة . حينما تقطع دودة مفلطحة (يوبلاتناريا أو دايجيسيا) إلى أجزاء ، فإن كل جزء سوف يتجدد عادة ليكون فرداً كاملاً ولكنه أصغر . نجوم البحر والنجوم المشعة تجدد الأذرع المفقودة ، وخيار البحر يمكنه أن

يحدد كل أعضائه الداخلية . زوائد السرطانات والقشريات الأخرى وذبول بعض السلمندرات والسحالي قد تتخلص منها هذه الحيوانات عند الخطر ، عملية تسمى بتر ذاتي . ثم يجدد الحيوان الجزء المفقود .

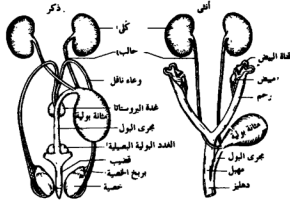
١٠ - ٣ التكاثر الجنسي

معظم الحيوانات والنباتات تتكاثر بواسطة عملية فيها تنمو أفراد جديدة من خلايا جنسية ، أو جاميتات ، من الوالدين . هذا هو التكاثر الجنسي . نموذجياً خليتان جنسيتان من نوع مختلف (ذكرية وأنثوية) تتحدان لنتجاً فرداً جديداً . الأوليات لها بعض العمليات التكاثرية التي تشبه الظواهر الجنسية للحيوانات العليا . في الأقتران بين المهديات (برامسيوم ... الخ) ، فردان من نفس النوع ظاهرياً يتحدان مع بعضهما ، يتبادلان المواد النووية الدقيقة ، ثم ينفصلان ليواصلا الأنشطة الثاني . بين الجرثوميات (بلازموديوم ... الخ) ، نوعان من الأفراد (جاميتات كبيرة وجاميتات صغيرة) تنتج عند أطوار معينة ؛ تلك تتحد بصفة مستديمة في أزواج لتواصل دورة الحياة . في النمو الفولفكس وهو من السوطيات التي تكون مستعمرات ، تنتج نفس المستعمرة أو مستعمرات مختلفة نوعين من أفراد حرة تتحد في أزواج ، واحد من كل ، وتنتج مستعمرات جديدة (فصل ١٥) .

في الحيوانات عديدة الخلايا ، يكون الجنس هو مجموع كل الصفات التركيبية والوظيفية التي تميز الذكر (♂) والأنثى (♀) . كلاهما ينتج خلايا جنسية حرة ، أو خلايا جرثومية . الذكورية دقيقة وتعرف بالحيوانات المنوية ؛ الأنثى تطلق بيضاً أكبر نوعاً ما . بجانب الاختلافات الضرورية في الأعضاء التناسلية ، قد يختلف أفراد الجنسين في الشكل الخارجي والدخلى ، في وظائف الأعضاء ، في السلوك ، وحتى في المميزات السيكلوجية بين الحيوانات العليا .

الخلايا الجرثومية تنتج في أعضاء تعرف بالناسل ، الحيوانات المنوية في الخصى ، والبيض في المبايض . تلك هي أعضاء الجنس الأولية . معظم الحيوانات لها قنوات مبطنة بغدد وأجزاء متصلة بالناسل لتكون جهازاً تناسلياً يساعد في العملية التناسلية (شكل ١٠ - ٢) . بعض أو كل هذه الأجزاء وحيدة ، مزدوجة ، أو متعددة في حيوانات مختلفة (فصول ١٧ إلى ٢٨) .

إذا كان كلا الجهازين الذكري والأنثوي في فرد واحد ، كما في الديدان المفلطحة ، الأطومات ، وديدان الأرض ، ويسمى الحيوان أحادى المسكن . في عديد من اللافقاريات الأخرى ، وعلمياً كل الفقاريات ، كل فرد إما أن يكون ذكراً أو أنثى ؛ الأجناس منفصلة ، ومثل هذه الحيوانات تسمى ثنائية المسكن أو منفصلة الجنس ، التعبير خشن يستخدم للأنواع أحادية المسكن وأيضاً للأفراد الشواذ من آن لآخر للأنواع ثنائية المسكن التي تحتوي على كل الجهازين الذكري والأنثوي ، وثمرته حالة تعرف بأولى الناسل تحدث في بعض الرخويات ، حيث ينتج نفس النسل بيضاً وحيوانات منوية ، ولكن ليس في نفس الوقت .



شكل ١٠ - ٢ : أجهزة تناسلية . أعلى : دودة أرض (أحادية المسكن) ، كلا الجهازين في فرد واحد . أسفل : القط (ثنائي المسكن) ، الأجهزة الذكرية والأنثوية في أفراد منفصلين . الجهاز الإخراجي موجود أيضاً .

١٠ - ٤ الأجهزة التناسلية

يوجد تنوع في تفاصيل الأجهزة التناسلية للحيوانات المختلفة ، غير أن كلها تتشابه أساساً في التركيب النموذجي ، حتى بين الجنسين . في الجهاز التناسلي الذكرى ، تنتج الحيوانات المنوية في سلسلة من الحجرات أو الأنابيب بالخصية (شكل ١٠ - ٣) . ومن ثم تنتقل خلال قنوات صغيرة ، أو قنوات صادرة (سابقاً : الأوعية الصادرة) ، لقناة أكبر ، أو القناة الناقلة (سابقاً : الوعاء الناقل) . الطرف السفلي لتلك القناة غالباً يتسع مكوناً حوصلة منوية . القناة الناقلة إما أن تفتح للمخارج مباشرة أو عن طريق عضو جماع ، القضيب ، في الأنواع التي تتزاوج ، وذلك لنقل الحيوانات المنوية مباشرة من الذكر إلى الأنثى . الغدد الثانوية ، تعد بإفرازات لتنشيط الحيوانات المنوية أو لأغراض أخرى ، توجد أحياناً على طول قناة المنى . في الثدييات ، تلك الغدد هي البروستاتا والغدد البولية البصيلية .

الزوجي $2n$ (فيما عدا في بعض النحل أحادي العدد .. الخ) في كل زوج ؛ يشق أحد الكروموسومات من الأب والآخر من الأم ويسمى كروموسوما كل زوج بالكروموسومات المتجانسة وهما متشابهان في الحجم والشكل ولكن قد يختلفان في المحتوى الجيني . عند إقتراب البلوغ الجنسي ، تتكاثر الخلايا الجرثومية بسرعة ؛ وعليه تعرف بمولدات المنى في الذكر ومولدات البيض في الأنثى . ولكن قبلما تصبح الخلايا الجرثومية قادرة على المشاركة في التكاثر ، فإنه يجب أن تتغير خواصها الفيزيائية والفيولوجية .

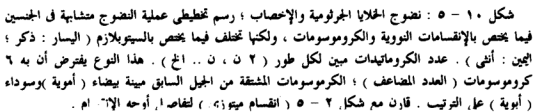
١٠ - ٦ النضوج والإنقسام الإختزالي

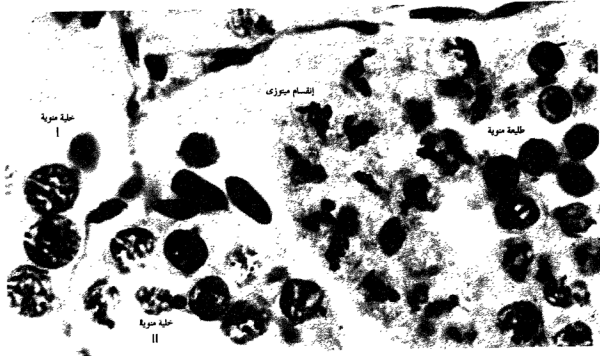
العملية التي بها تصبح مولدات المنى حيوانات منوية وتصبح أمهات البيض بويضات تسمى تكوين الأشعاج أو النضوج ، والخلايا الناضجة الناتجة تسمى جاميتات (أشكال ١٠ - ٥ إلى ١٠ - ٨) . التغيرات النووية المصاحبة تسمى أنقساماً إختزالياً . تختلف جاميتات الذكر والأنثى في الشكل ، الحجم ، والفيولوجية ، ولكن التغيرات الإختزالية في أنويتها متشابهة .

الإنقسام الإختزالي يتكون من إنقسامين نوويين يتتابعان ببلوغ فترة فاصلة ، الإنقسام الإختزالي الأول والثاني . وهما يختلفان عن الإنقسام غير المباشر بظاهرتين : (١) العدد النهائي للكروموسومات في جاميته هو فقط نصف (العدد الفردي ، n) الكروموسومات الموجودة في مولدة منى أو أم البيض (أو خلية بدنية) ، وبمجموعة الكروموسومات في جاميته ناضجة تشمل فقط كروموسوماً واحداً من كل زوج متجانس كان موجوداً في الخلايا غير الناضجة . (٢) يوجد تصنيف عشوائي في هذا الإختزال بحيث أن كل جاميتية تسلم إما كروموسوماً أو الآخر من كل زوج . ومن ثم ، حينما تتحد جاميتتان لجنس مقابل فيما بعد في عملية الإخصاب فإن عدد الكروموسومات في الفرد الجديد سوف يكون نفس عدد النوع ($2n$) . طريقة الإنقسام وفصل الكروموسومات أثناء النضوج ، مع التقابل العشوائي للبيضة والحيوان المنوي في الإخصاب ، يعطى أساساً منطقياً لكثير من الظواهر المشاهدة للوراثة على إفتراض أن الكروموسومات هي حاملات العوامل المقررة ، أو الجينات ، للصفات الوراثية . الفرز العشوائي يؤهل للاختلاف في اتعدادات الصفات التي سوف تظهر في الأفراد المختلفين للجيل الجديد . (فصل ١٢) .

١٠ - ٧ تكوين الحيوانات المنوية

عندما يتضح ذكر جنسياً ، فإن مولدات المنى في الخصية تتكاثر بواسطة الإنقسام غير المباشر حتى يتكون العديد منها ؛ ثم يبدأ النضوج . كل مولدة منى تزداد في الحجم تسمى خلية منوية أولية (خلية منوية I في شكل ١٠ - ٥) . أثناء الطور التمهيدي من الإنقسام الإختزالي الأول ، يظهر العدد الزوجي من الكروموسومات ($2n$) في النواة ، كل كروموسوم عبارة عن حزمة وحيدة . الكروموسومان في كل زوج متجانس يتضاعفان ليكونا كروماتيدين ، والكروموسومات المزوجة تقع متوازية لبعضها البعض إلى حد ما ومنضفرة ، ظاهرة تسمى إقتران الكروموسومات . وعلى





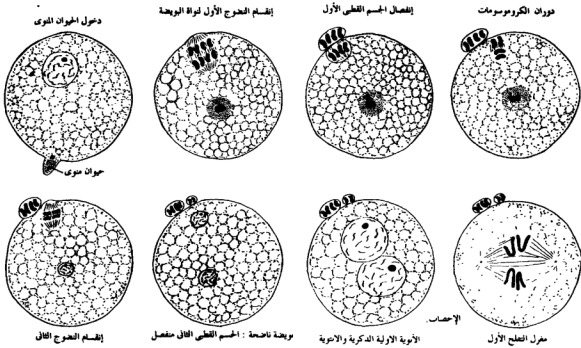
شكل ١٠ - ٦ : تكوين النوى في غصية سلمندر (أنديس لوجويريس) . الأطوار مميزة بنسبة ٤ : ٢ : ١ بالحجم في الخلية النوية I ، والخلية النوية II والطليعة النوية .

ذلك ، فإن كل حزمة تشمل أربعة مكونات (كروماتيدات) وتسمى مجموعة ثنائيات أو رباعيات لا يوجد تكاثف فيما بعد للكروموسومات أثناء النضوج .

في كل خلية منوية أولية ، تقصر الكروموسومات وتغلظ ؛ يتكون مغزل ومعه تترتب الثنائيات عشوائياً على المستوى الاستوائي . عند المرحلة الاستوائية ، يفصل قليلاً الأزواج الأبوية والأزواج الأموية من الكروماتيدات ؛ عند الطور الانفصالي ، ينتج زوج نحو قطب المغزل والزوج الآخر نحو القطب المقابل . هذا هو الإنعزال . من ثنائيات مختلفة ، تكون طريقة الانعزال مجرد صدفة - تصنيف حر . الكروماتيدات الأموية من ثنائية قد تهاجر على المغزل مع كروماتيدات أموية أو أبوية من ثنائيات أخرى . بعض الأزواج من الكروموسومات الأموية أو الأبوية تذهب نحو أحد الأقطاب وكروموسومات من أصل مضاد تنتج نحو القطب المقابل . كل من الخليتين الناتجتين (ذات ٢ ن كروموسومات) تسمى خلية منوية ثانوية (خلية منوية II في شكل ١٠ - ٥) . في الحال يتكون مغزل في كل خلية منوية ثانوية ، وتتخذ الكروموسومات وضعاً استوائياً ، حيث يتم الإنقسام الميوزي الثاني . يفصل الكروماتيدان من كل زوج عن بعضهما ككروموسومين واضحين ويتجهان نحو الأقطاب المتقابلة للخلية ؛ تسمى الخليتين الناتجتان طلائع منوية . وعلى ذلك ، فإن الخلية الثانوية الأولية تعطى أربع طلائع منوية ، كل منها تحتوي على ن كروموسومات ، العدد الفردي . من كل زوج من الكروموسومات المتجانسة في خلية منوية أولية ، تحتوي أية طليعة منوية على ممثل عن كل

زوج ، إما أبوياً أو أموياً .

بعد الإنقسام الثاني ، يتم تحور لكل طليعة منوية . كثير من السيتوبلازم يطرد ، وتندمج النواة في رأس صغير (يتخذ صبغاً داكناً) . خلف الرأس توجد قطعة وسطية تحتوي على جبة تمرکز واحدة أو إثنين ، والطرف الخلفي للخلية يصبح ذليلاً رقيقاً سوطياً . هذه هي طليعة المشيعة الذكرية ، أو الحيوان المنوي . كل من النضوج والتحول يتم عادة قبلما تنطلق الحيوانات المنوية من الخصية .



شكل ١٠ - ٧ : نضوج البويضة ، دخول الحيوان المنوي ، اتصال الأتوية الأولى ، والإستعداد للتلقيح الأول في الدودة المستديرة ، أسكاريس ميغالوسيفالاس .

١٠ - ٨ تكوين البويضات

تنتج مناسل الأنثى خلايا جنسية أقل من تلك في حالة الذكر . تتخذ البويضة معظم ملامحها الفيزيائية قبل النضوج . في المبيض ، تصبح أمهات البيض خلايا بيضية أولية ، غالباً تكبر مع إضافة المخ . الإتحاد ، وتكوين الثنائيات ، واختزال الكروموسومات يتم كما في حالة الذكر ؛ مغزل الإنقسام يتكون بالقرب من حافة الخلية . تبعاً لذلك ، فإنه عند الإنقسام الميوزي الأول يبقى عملياً كل السيتوبلازم مع نواة واحدة مكوناً خلية بيضية ثانوية ، وتغر النواة الأخرى نحو الخارج على سطح الخلية مكونة جسماً مجهرياً هو الجسم القطبي الأول . وبالمثل ، في الإنقسام الميوزي الثاني ، تتكون الخلية البيضية من السيتوبلازم مع إحدى الوانين ، أما النواة الأخرى فإنها تمر نحو الخارج في جسم

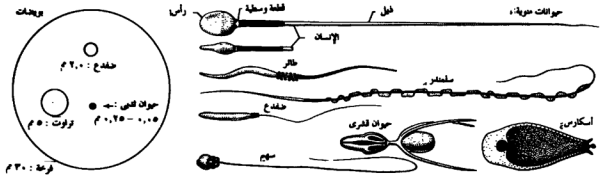
قطب ثاني . المحتوى الكروموسومي للخلية البويضية ينتج من تصنيف تصادفي كما في حالة الطليعة المنوية . مع تغير طفيف في الوضع النووي ، تصبح الخلية البويضية مشبعة أنثوية ، أو بويضة . وعلى ذلك فإن كلاً من أمهات البيض تكون بويضة واحدة فقط ؛ ومع ذلك فإن الانقسامات النووية التي تنتج البويضة والأجسام القطبية معادلة لتلك التي تنتج أربعة حيوانات منوية . في الأنواع المختلفة ، الإقسام الموزي إما يحدث في المبيض ، أو بعد ما تنطلق البويضة ، أو يستلزم دخول حيوان منوي إلى سيتوبلازم البويضة قبلما يكتمل هذا الانقسام .

١٠ - ٩ الأمشاج

الأمشاج للحيوانات المتنوعة ، تختلف في الشكل والحجم ، وأمشاج الجنسين في النوع الواحد مختلفة تماماً (شكل ١٠ - ٨) . البويضة (أى غطاء أو قشرة يمكن تجاهلها) كروية أو بويضية وسائكة ، وقد تحتوي على مخ لتغذية الفرد الجديد النامي . الحيوانات المنوية صغيرة ، متحركة ، وقادرة على أن تسبح في سائل . في حين أن الحيوانات المنوية تكون عادة خيطية الشكل ، فإن البعض يكون أميبياً والبعض الآخر ذات أشكال خاصة . حجمها يكون عادة مجهرياً . حيوانات الرجل طولها من ٥٢ إلى ٦٢ ميكرون . الخلية المنوية ليست سوى جزء من البويضة في حجمها ؛ في حالة أمشاج الرجل تكون النسبة حوالي ١ : ١٩٥٠٠٠ . البيض البشري الذي يكفي لإنتاج عالم من ثلاثة بلايين من البشر يمكن وضعه في قبعة رأس والحيوانات المنوية التي تخصب في أنبوب معدني صغير .

١٠ - ١٠ الإخصاب

إن اتحاد حيوان منوي ناضج وبويضة يسمى إخصاباً ، والخلية الناتجة زيجوتاً . إن اتحاد نواتين فرديتين العدد الكروموسومي ينتج زيجوتاً بالعدد الزوجي الخاص للنوع . يستلزم الإخصاب الدخول الفيزيائي للحيوان المنوي وأيضاً عمليات فسيولوجية في كل البويضة والحيوان المنوي . الحيوان المنوي لا يمكن أن يخصب بويضة غير ناضجة . الإخصاب هو عملية غير عكسية وهو عادة خاص بالنوع ؛ في حالات شاذة فقط تخصب بويضة بواسطة حيوان منوي « غريب » . الإخصاب ينبه البويضة نحو انقسام نشط ونمو ، وأيضاً يقوم بخلط الصفات الوراثية من كل الأبوين . في الأنواع المختلفة ، يخرق الحيوان المنوي البويضة عند أطوار متباعدة أثناء النضوج (من أمهات البيض حتى الخلايا البويضية) ، ولكن اتحاد نواتي البويضة والحيوان المنوي يحدث فقط بعد ما يكتمل نضوج البويضة . الدلائل التجريبية توحى بأن الجزء الخارجي (القشري) للبويضة يقرض مادة ، *فوليجولين* ، التي يتفاعل معها الحيوان المنوي في تأثيره الإخصابي . على بعض البيض ، بعدما يدخل الحيوان المنوي ، تتكون طبقة إخصابية وتنفصل بسيطاً عن الغشاء البلازمي الجديد للبويضة . قد تدخل حيوانات منوية إضافية (تعدد المنى) في البيض كثير المح ، ولكن حيواناً منوياً واحداً يتحد مع نواة البويضة .



شكل ١٠ - ٨ : جامينات عدة حيوانات . حجم البويضات بالمليمتر . الحيوانات المتوبة ، مكبرة كثيراً ، ولكن ليس بنفس المعدل . (معظمها عن زئفريس) .

قليل من الحيوانات وحيدة المسكن أو الحنثى ، قد تكون ذات إخصاب ذاتي ؛ ولكن الإخصاب الخلطي ، وهو إنتاج أمشاج من فردين مختلفين ، هو القاعدة العامة . الحيوان وحيد المسكن ينتج أيضاً وحيوانات منوية في أوقات مختلفة ؛ إذا تكونت في نفس الوقت ، تكون عادة عقيمة ذاتياً .

في الإخصاب الخارجي (١) يطلق البيض والحيوانات المنوية حراً في عرض الماء (كثير من اللاقناريات، بعض الأسماك البحرية) ؛ (٢) الذكر والأنثى يتقاربان حينما يطلق البيض والمني (اللامبري، سمك الثروت) ؛ أو (٣) يحدث خروج متزامن للبيض والمني بواسطة زوج متعاقب (الضفدع والعلمجوم) . في الإخصاب الداخلي (٤) يضع الذكر مجاميع المنى (حاملات المنى) في قاع البركة أو المجرى، ومنها يؤخذ واحد أو أكثر بواسطة الأنثى في المستقبلات المنوية لها (السلمندر المائي) أو تودع حاملات المنى في تخويف الريس للأنثى (رأسقدييات) ؛ أو (٥) بواسطة جماع محدد، تنقل الحيوانات المنوية إلى مهبل الأنثى، لتخصب البيض فيما بعد في قنواتها التناسلية (الخطيطيات، بعض الرخويات، معظم مفصليات القدم، بعض الأسماك، جميع الزواحف، الطيور، والثدييات) . كثير من الحيوانات التي تقطن الماء تمارس الإخصاب الداخلي، وهو ضروري تقريباً لجميع الأنواع الأرضية لأن الحيوانات المنوية يمكن أن تنتقل فقط في وسط سائل . في الفقاريات ذات الإخصاب الداخلي، ينتقل المنى لأعلى في قناة البيض حيث يتخصب البيض عادة . الإخصاب الصناعي هو الآن ممارسة شائعة بين ماشية الألبان، يوضع السائل المنوي من الثور في مهبل البقرة لإتمام الحمل . نفس الممارسة، تحت إشراف طبي، لها فائدة محدودة في الإنسان حينما يكون الزوج عقيماً .

١٠ - ١١ أنواع خاصة من التكاثر الجنسي

نمو البويضة بدون دخول حيوان منوى يسمى تكاثراً بكرياً . ويحدث بانتظام في الدورات ، المن ، حشرات التريبس ، بعض الخنافس ، كثير من الفل ، نخل العسل ، الدبابير وبعض القشريات ؛ الذكور غير معروفة في بعض التريبس والدورات . في الفقاريات البرية ، يعرف التكاثر البكرى في سحلية الصخر الأوروبية (لاسورتا) وبعض الأنواع الأمريكية للسحالي ذات الذيل الكراباجي (كينيميدوفورس) . المن له أجيال متعاقبة من إناث بكرية خلال الربيع والصيف ؛ ثم ينتج كلا الجنسين عن طريق التكاثر البكرى . وتلك تتزاوج في تكاثر جنسى معناد ، وتضع الإناث أيضاً مخصباً ، منه تفقس إناث في الربيع التالي لتكمل التكاثر البكرى . ملكة نخل العسل تنتج مخصباً مخصباً (من منى من مستقبلاتها المنوية) ينمو إلى أنثى ، إما شغالة أو ملكات ، ولكنها أيضاً تضع مخصباً غير مخصب ينتج ذكوراً فردية الكروموسومات (ن) (شكل ٢٢ - ١٠) .

يرقات ذبابة الغفص (مياستور) تنتج مخصباً ينمو بكرياً لينتج يرقات . في الديدان الكبدية ، أحد الأطوار البرقية ، السبوروسيسيت ، ينتج مخصباً غير مخصب يكون طوراً آخر يسمى رديا . مثل هذا التكاثر البكرى بين اليرقات يعرف بتناسل الصغار . يرقات بعض السلمندر (عائلة أميستوميدي) قد تصبح ناضجة جنسياً ، وتنتج مخصباً ، ظاهرة تسمى توالد الصغار .

البيض الناضج لبعض قنابد البحر ، الضفادع ، وبعض الحيوانات التي تخصب عادة ، قد تحث على النمو بواسطة التكاثر البكرى الصناعي كما وضع بواسطة جاك لوب في ١٩٠٠ . المنهات المستخدمة تشتمل على الرج ، الحرارة ، الأحماض العضوية المخففة ، والسوائل زائدة التركيز (ماء بتركيزات من الأملاح أكثر من المعتاد) . عن طريق وغز آلاف من بيض الضفادع بالإبر ، أحدث العالم لوب نمواً في كثير من البيض ، وحصل على أكثر من ٢٠٠ أوى ذبابة ، ورنى تقريباً ١٠٠ ضفدع من كلى الجنسين خلال أو فيما بعد التحور . كانت الضفادع زوجية العدد من الكروموسومات لأن بيضها لم يحدث له إنقسام ميوزى . لقد نتج أرنب واحد « بدون أب » من إخصاب صناعى لبويضة زرعت فيما بعد في رحم أنثى . وسائل إحداث التكاثر البكرى الصناعي متنوعة ، ولكن جميع الطرق الناجحة تنجز نفس النتيجة . وهى تنشيط البويضة . تعدد الأجنة هو إنتاج فردين أو أكثر من بيضة واحدة بنمو منفصل من خلايا مكونة مبكراً في النمو الجنينى ، كما يحدث في حالات التوائم المتطابقة في الإنسان وأيضاً في بعض الأرماديللو وكثير من الدبابير الطفيلية .

١٠ - ١٢ التكاثر بصفة عامة

معظم الأنواع لها مواسم تكاثر محددة . في المناطق الباردة ومعتدلة الحرارة ، تكون هذه المواسم عادة في الربيع والصيف حينما يكون الطعام متوفراً والأحوال الأخرى لبقاء الناج ملائمة . كثير من اللاقاريات لا تتكاثر إلا إذا وصلت درجة حرارة الوسط إلى حد أدنى معين . أنواع أخرى تتأثر بنوع الطعام المتاح . في بعض الطيور والثدييات ، الزيادة في التعرض لضوء النهار بزيادة طول النهار ،

تؤثر على المناسل من خلال الغدة النخامية لتحدث التناسل

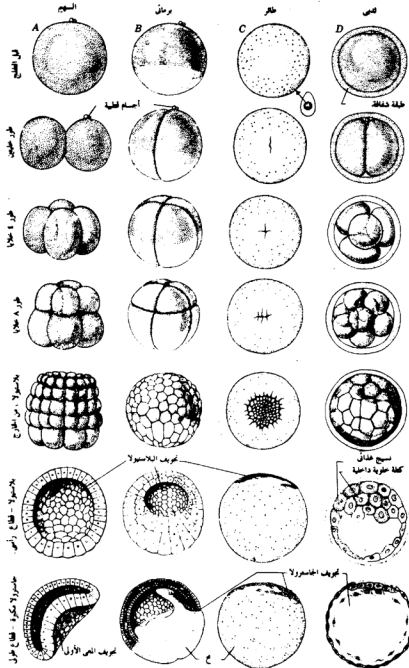
معظم الحيوانات بيوضة ؛ تطلق الأنثى أو تضع بيضاً ، منه تفقس الصغار فيما بعد . كثير من اللاقاريات المائية ، معظم الحشرات ، وكل الطيور من هذا النوع البيوض . بعض الحيوانات تلد صغراً حية . بعضها ولودة بيوضة ، تنتج بيضاً ذامح كثير ينمو بداخل قوات البيض (رحم) في الأنثى . بعض الحشرات ، القروش ، السحالي ، ثعابين جارتر الأمريكية هي أمثلة من ذلك . الثدييات وبعض الحيوانات الأخرى ، هي حيوانات ولودة ، تنتج بيضاً صغيراً يستبقى ويتغذى في رحم الأنثى .

عدد البيض الذى تنتجه كل أنثى ، يتناسب عكسياً مع متوسط الفرصة لبقاء أى فرد من النسل ليكمل النضوج . العدد يكون أكبر حيث تكون المخاطر أكبر . بعض الطفيليات تنتج ملايين من البيض ، سمك القد ينتج ما يصل إلى ٦ ملايين ، سمك بروك تراوت ينتج حتى ٥,٦٠٠,٠ طائر السمك ١٤ بيضة في المتوسط ، طائر أبو الحناء من ٣ إلى ٥ بيضات ، الغزال أو الخروف ٢ أو واحد ، والحصان واحداً فقط . بعض الأنواع تنتج علة مجاميع من البيض أو الصغار في فصل واحد أو سنة . معدل النمو حتى الفقس ثابت تقريباً في الطيور والثدييات ، ولكنه في الحيوانات الأخرى ، يختلف تبعاً لدرجة حرارة الوسط أو لظروف أخرى . الزمن التقريبى اللازم ، يكون مميزاً لكل نوع ، ويتفاوت من ساعات قليلة لبعض اللاقاريات إلى عدة أشهر لأكبر الحيوانات .

الحيوانات لها غالباً عادات تربية خاصة تعمل على إنجاح التكاثر لأقصى حد ممكن . وتلك تشمل استعراضات الغزل التى تقرب ما بين الجنسين حتى يتم الجماع ، استخدام العشوش لتكفل الحماية للبيض ، والرعاية الأبوية للبيض والصغار . ويحمل البيض فوق الجسم أو في جيوب حاضنة بواسطة الإناث في بعض القشريات ، والحشرات ، والعناكب ، وبواسطة كل من الذكر والأنثى في بعض الأسماك والبرمائيات . الطيور ترقد وتحتضن بيضها ، وعلى ذلك فإن الحرارة من جسم الأبوين تسبب نمو البيض عند معدل منتظم في الثدييات . نمو الصغار بداخل رحم الأم ينتج نتيجة مماثلة . صغار بعض النمل ، والنحل ، والدبابير تنمو بالغذاء في العش ، النمل ، الأبيض والنحل الاجتماعى تغذى بطعام يجمعه الأبوان ، وصغار الثدييات تغذى باللبن الذى تفرزه الغدد اللبنية لأمهاتها .

١٠ - ١٣ نسبة الجنس

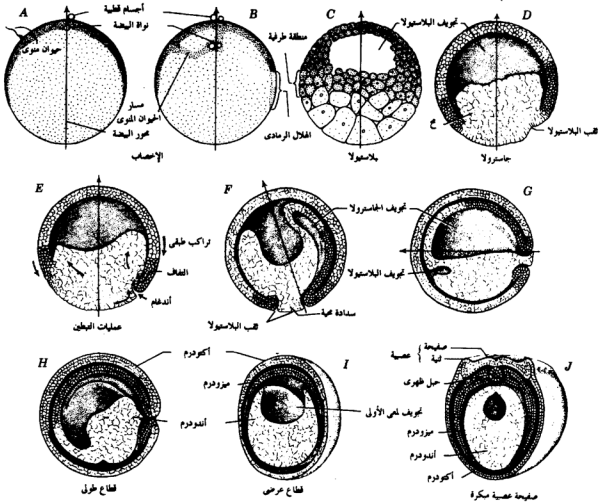
النسبة العددية بين الجنسين في نوع ما تسمى نسبة الجنس أو النسبة الجنسية . نظرياً ، يجب أن تكون هناك أعداد متساوية من الأمشاج المنتجة للذكور والأمشاج المنتجة للإناث ؛ في الواقع ، قد يوجد تفاوت إما في إنتاجها أو في الوفاة بين الأجنة أو الأطوار التالية . النسبة الجنسية تعين عادة بأعداد الذكور لكل مائة أنثى . في الإنسان ، تكون النسبة الأولية عالية ، ولكن الذكور تعانى من معدل وفيات أكبر ، سواء قبل أو بعد الولادة . بعض النسب المعروفة بعد الولادة هي : في الإنسان ، ١٠٣ - ١٠٧ ؛ ١٠٠ ؛ الحصان ، ٩٨,٣ ؛ الماشية ، ٩٤,٣ - ٩٤,٧ . وتختلف النسبة باختلاف السلالة أو النسل ، الفصل ، وعوامل أخرى .



شكل ١٠ - ٩ : عينات من أطوار التطلع والتطين في بيض الخليات . (أ) السهم ، التطلع كامل ، مع قليل ؛
 قطر البيضة ٠,١ م . (ب) هاتشك . (ج) الصفدع ، تطلع كامل منحور ، مع كثير ؛ قطر ٢ م . (د) مصادر
 متنوعة . (هـ) الطيور ، تطلع جزئي في قرص بلاستودرمي فوق كتلة نحية كبيرة ؛ قطر ٣٠ م . (و) بلاونت ؛
 وباتن ، النمو الجنيني المبكر في الكنكوت ، شركة كتاب ماك جرو هل . (د) الثدييات ، تطلع كامل ، عملياً
 لا يوجد مع ؛ نسيج غذائي خارجي وكتلة خلوية داخلية مكونة في البلاستولا ؛ الجاسترولا مكونة بهجرة خلايا
 الأندودرم من الكتلة الخلوية الداخلية (النافذ) ؛ البيضة محاطة خلال التطلع المبكر بواسطة منطقة شفافة (من
 حويصلة جراف في المبيض) ، التي تنحى فيما بعد . (ع) جريجوري ؛ وباتن ، علم الأجنة للخنزير ، شركة
 كتاب ماك جرو هل .

التكوين

إن نقطة البداية لإنتاج فرد جديد عن طريق جنسى هي البويضة المخصبة ، أو الزيجوت . الإنقسامات الميتوزية المتكررة تنتج خلايا كثيرة تتميز لتكون الأنسجة والأعضاء للفرد النامي ، أو الجنين . العلم الذى يختص بهذا الموضوع هو علم الأجنة . النبة التالية توجز النمو المبكر للصفدع (شكل ١٠ - ١٠) ، مع ذكر بعض الملامح للنمو المبكر فى الطيور والثدييات (شكل ١٠ - ٩) .



شكل ١٠ - ١٠ : التكوين الجنينى المبكر للصفدع . السهم الطويل بين محور البويضة . (أ) حيوان منوى عند سطح البويضة . (ب) مسار دخول الحيوان المنوى (فى مستوى الورقة) يقسم الملال الرمادى ويحدد مستوى التطلع الأول . (ج) بلاستيولا متأخرة (د) قلب البلاستيولا متكون ، التطين يبدأ . (هـ) عمليات التطين . (و ، ز) التطين يستمر ، دوران البويضة على المحور ، العلاقات الأمامية الخلفية ، والظهيرية البطنية متكونة . (ح ، ط) الجاسترولا كاملة . (ى) ابتداء الأجهزة العضوية . (د - ح) قطاعات طويلة . (ط ، ي) قطاعات عرضية . (قارن أشكال ١٠ - ٩ ، ١٠ - ١١) . (أ - ج ، هـ) معاد رسمها بتصريح من كيرتسى وجائرى ، كتاب مرجعى للحيوان العام ، جون ولى وأبناؤه ، محدودة ، د ، ج - ي ، معاد رسمه من سيمان ، النمو الجنينى والتخليق ، مطبعة جامعة ييل .

١٠ - ١٤ البلاستيولا

في الحال بعد ما تحصب البويضة ، يصبح الزيجوت وحيد الخلية خليتين ، تنقسمان إلى أربعة ، وهكذا عملية التفلق هذه تجزئ مادة البويضة إلى عدد متزايد من خلايا صغيرة أو فلجات ، كل بعدد متساوٍ من الكروموسومات . باستمرار التفلق ، تترتب الخلايا في شكل كرة مجوفة ، أو بلاستيولا ، بداخلها يظهر تجويف البلاستيولا (أو تجويف التفلق) . منطقتان رئيسيتان تبدوان واضحتين ، نصف كرة حيوانى علوى أو قطب من خلايا صغيرة داكنة بمع قليل ، ونصف كرة خضرى أسفل من خلايا أكبر ، شاحبة اللون ، وغنية في حبيبات الملح . بين هاتين المنطقتين ، توجد منطقة حولية من خلايا متوسطة الحجم . يسمى التفلق تقليجاً كاملاً حينما ينقسم الزيجوت ، كما في الضفدع ؛ وهو تفلق يجزئ حينما ينقسم فقط جزء من الزيجوت ، كما في الكنتوت .

١٠ - ١٥ البطينة (الجاسترولا)

على التفلق عملية معقدة هي البطينة . خلايا المناطق الخضرية والحولية تتحرك تدريجياً نحو الداخل وتصبح مكسوة بخلايا نصف الكرة الحيوانى . فينتج كأس مزدوج الطبقات ، كما يحدث عند ضغط جانب من كرة مطاط مجوفة . هذا الكأس مزدوج الطبقات يسمى جاسترولا . يختفى تجويف البلاستيولا تدريجياً ، والتجويف الناتج من عملية البطينة هو تجويف المعى الأولى ، أو تجويف الجاسترولا (أركترون) . الفتحة الخارجية لتجويف الجاسترولا تسمى فتحة البلاستيولا (بلاستوبور) .

البطينة يستلزم ثلاثة أنشطة متصلة (شكل ١٠ - ١٠ د) : (١) الخلايا الأندودرمية المحملة بالمح بنصف الكرة الخضرى تندفع نحو الداخل (انغماد) ؛ (٢) الحلقة الجرثومية ، وبالذات الشفة العليا لفتحة البلاستيولا ، تنقلب للداخل (أنثناء داخلى) ؛ (٣) ينمو الأكتودرم إلى أسفل ، ليغطى في النهاية خلايا نصف الكرة الخضرى (تراكب طبقى ، أو نحو فوق) .

حينما تكتمل الجاسترولا ، فإنها تتكون من (١) طبقة خارجية أكتودرمية ، من خلايا النصف الحيوانى ، (٢) طبقة داخلية أندودرمية ، من خلايا النصف الخضرى . وبين هاتين الطبقتين تنشأ (٣) طبقة ثالثة ، الميزودرم ، مشتقة من المنطقة الحولية . تلك هي الطبقات الجرثومية ، التى منها تتكون مختلف الأنسجة والأعضاء . الأكتودرم سوف يكون الغطاء الخارجى للجسم ، الجهاز العصبى ، والأعضاء الحسية ؛ الأندودرم يكون بطانة القناة الهضمية ، وغدها ، والتركيب المتصلة بها ؛ الميزودرم يكون الأنسجة الضامة ، والمعضلات ، وبطانة تجويف الجسم ، ومعظم الأعضاء الداخلية .

١٠ - ١٦ تماثل الجسم والمخاور

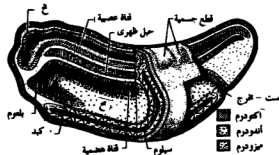
محور البويضة يمكن تصويره كخط يمتد خلال القطبين الحيوانى والخضرى . يتكون هلال رمادى

عادة على خط طول يبعد ١٨٠ درجة من نقطة دخول الحيوان المنوى ، وينشطر بواسطة مستوى الإنقسام الأول . هذا الأخير سوف يصبح المستوى الوسطى للجنين في المستقبل ؛ ومن ثم فإن مسار دخول الحيوان المنوى يعتبر القمائل الجانبي . الشفة العليا لفتحة البلاستيولا ، حيث يلتقي الأنودورم والمنطقة الحولية ، تنمو فوق خلايا النصف الخضرى عندما يبدأ التبطين ؛ وحينما يصبح كل الأنودورم في الداخل ، يكون محور البويضة الأصلي قد دار حوال ٩٠ درجة . الطرف السفلى السابق للمحور يصبح عند فتحة البلاستيولا الكاملة ، محدداً الطرف الخلفى للحيوان في المستقبل ، حتى أن محور الجسم الطولى يصبح مميزاً . صفيحة الخلايا الميزودرمية ، الملتفة نحو الداخل عند الشفة العليا لفتحة البلاستيولا ، تحدد المنطقة الظهرية ؛ وفي الحال بعد التبطين ، فإن الثيتين العصبيتين على السطح ؛ من فتحة البلاستيولا أماماً ، تعطيان دلالة خارجية عن السطح الظهري .

١٠ - ١٧ الجنين

بعد التبطين ، يبدأ التمييز الأساسي للجنين . يوجد في الطبقات الجرثومية الثلاثة ، جيوب داخلية وجيوب خارجية ، وأنفاخات ، وانقسامات ، وتحورات أخرى تؤدي إلى تكوين الأعضاء والأجهزة العضوية (شكل ١٠ - ١١) .

الجهاز العصبي يبدأ ظهرياً كزوج من الثنيات العصبية . ينخفض الأكتودرم بين تلك الثنيات وتلتقي الثنيتان مكونتين أنبوبة عصبية (قناة) ، تكبر عند الطرف الأمامي لتصبح المخ . على كل جانب ، بين الأنبوبة العصبية والأكتودرم ، يتكون صف من خلايا كعرف عصبى ، يكون فيما بعد الجنود الظهرية أو الحسية للأعصاب الشوكية لتنمو إلى داخل الحبل الشوكى . الجنود الحركية تنمو فيما بعد بطنياً من الحبل الشوكى . المخ المبكر يتكون من ثلاث حويصلات ، المخ الأمامى ، والأوسط ، والخلفى المخ الأمامى يكون النصفكرويين والمخ البينى ؛ ومن المخ الخلفى ، ينشأ المخيخ والنخاع المستطيل . وتنمو حويصلة بصرية طرفياً على كل جانب من المخ الأمامى ، وبينه الإكتودرم على جانب منطقة الرأس ليكون حويصلة العدسة السمكية التى سوف تنتج عدسة العين فيما بعد . وفي نفس الوقت ، فإن السطح الخارجى لكل حويصلة بصرية يصبح مقعراً بالإنضمام ويكون الشبكية .



شكل ١٠ - ١١ : رسم مجسم لجنين ضفدع مبكر منزوعة طبقاته الخارجية ، لبيان ابتداء الأجهزة العضوية .

أندودرم تجويف الجاسترولا الأولى يصبح البطانة الداخلية للقناة الهضمية . أماما ، عند بلعوم المستقبل ، تتقابل بروزات ثلاث من القناة على كل جانب مع ثلاثة إندغامات مماثلة من جانب الرقبه ، ويتم تشققها لتكون الفتحات الخيشومية . خلف البلعوم ، يكون بروز بطني وسطي برعم الكبد ، الذى يكون فيما بعد الكبد والقناه الصفراوية . يتكون بطنيا إنغماد فى الأكتودرم (مقدم المعى) فى منطقة الرأس ، وآخر مماثل (معبر شرجى) عند الطرف الخلفى . أثناء التكوين الجنينى ، يتصل هذان الإنغمادان بإنودودرم القناة الهضمية ليصبح مقدم المعى تجويف الفم ، والمعبر الشرجى القناة الشرجية ، وكلاهما مبطنان بالإكتودرم . أثناء التطور اليرق ، ينمو بروز بطنى من البلعوم خلفا بفصين ويكون الحنجره ، القناة الهوائية والرئتين .

أثناء التطين ، ينمو الميزودرم نحو الداخل فوق الشفاه الجانبية والبطنية لفتح البلاستولا ويشق طريقه بين الأكتودرم والأنودودرم . الخلايا فى الجزء الوسطى الظهري ترتب فى قضيب مصمت ، الحبل الظهري ، بين الأنبوبة العصبية والمعى الأولى ، يعمل كمحور دعامى للجسم . الميزودرم عند كل جانب من الحبل الظهري ينمو لأسفل كصفحة منحنية بين الأكتودرم والأنودودرم ، وتلتقى الصفيحتان بطنيا أسفل الكتلة المحية . الجزء السفلى الرقيق (القطعة العضلية السفلى) لكل صفيحة ينشطر إلى طبقتين . الطبقة الخارجية تنطبق على الأكتودرم وتصبح اليرتون الجدارى ، والطبقة الداخلية تحيط بالمعى (والأعضاء الأخرى فيما بعد) لتعطى اليرتون الخشوى (والعضلات للمساء للمعى) ، والمسافة بين الطبقتين هى تجويف الجسم أو السيلوم . الميزودرم العلوى (القطعة العضلية العليا) على كل جانب من الأنبوبة العصبية والحبل الظهري تكون سلسلة طويلة من كتل عقلية أو قطع جسمية . كل قطعة جسمية تتميز إلى ثلاثة أجزاء : جزء خارجى رقيق (قطعة أدمية) تصبح أدمة الجلد ، جزء داخلى سميك (قطعة عضلية) تكون فيما بعد العضلات الإرادية ، وبالقرب من الحبل الظهري خلايا مبعثرة (قطعة هيكلية) تنمو حول الأنبوبة العصبية والحبل الظهري لتكون الفقرات (الهيكل المحورى) ؛ من غضروف أولاً ولكن يحل محله عظم فيما بعد . بين الصفائح البطنية والقطع الجسمية ، يوجد جزء ثالث (القطعة الوسطية) يمثل سلفاً للجهاز الإخراجى ، وأجزاء . من الجهاز التناسلى .

تفاصيل أكثر من النمو الجنينى كثيرة للغاية لتتبعها هنا . فى الضفادع ، بعد بضعة أيام (متوقعة على نوع الضفدع ودرجة حرارة الماء) ينطلق الجنين من غطاءه الجيلاتينى ليفقس كأى ذببية ، أو يرقة . وفى الحال ، يبدأ فى التغذية والنمو . يستمر النمو لبضعة أشهر ، ثم يحدث تحول بواسطته تتحول اليرقة إلى ضفدع .

النمو المنتظم من زيجوت وحيد الخلية إلى حيوان كامل مترابط ومتناسق بدرجة كاملة يمثل ظاهرة مميزة للحياة . النمو يحدث بازدياد أعداد الخلايا ، ولكن الحجم والشكل تتحدد بالنمو التفاضلى لأجزاء الجسم ، وجميع عمليات النمو تتوقف على التوقيت الدقيق الذى يقع إلى حد كبير تحت تأثير هورمونى (فقرة ١٠ - ٢١) .

١٠ - ١٨ التكوين في الطيور والثدييات

بيض الطيور ، والزواحف ، وكثير من الأسماك يخترى على كمية كبيرة من المح ، لدرجة أن انقسام الكتلة الكلية يكون مستحيلاً . تبدأ العملية في منطقة صغيرة من البروتوبلازم ، أو القرص البلاستودرمي ، عند القطب الحيواني . بواسطة التفلق السطحي (الجزئي) ، تتكون صفيحة من الخلايا تماثل البلاستيولا الكروية للصفدع (شكل ١٠ - ٩ جـ) . النمو التالي لجنين الطائر ، يشبه إلى حد كبير مثيله في الصفدع ، في الطريقة التي بها تتكون الأعضاء . الجيوب الخيشومية والفتحات الخيشومية تظهر في الأيام القليلة الأولى ، ولكنها سرعان ماتغلق . الأنبودرم والميزودرم على كل الجوانب ، ينتشران حول المح ليكونا كيس المح الذي يضمه جدار الجسم البطني قبيل الفقس . ثم تتكون سنة البيضة الكلسية على قمة المنقار ، التي بواسطتها يكسر الطائر الجنيني القشرة ويفقس نحو الخارج كفرخ صغير .

بيض جميع الثدييات العليا أو الثدييات المشيمية دقيق ، بلا مح عملياً ، ويتجزز بداخل جسم الأنثى للنمو . البيضة كلها تنقسم (شكل ١٠ - ٩ د) ، ويتكون كيس محي . بعد طور الجسترولا ، فإن نمو جنين الثدييات يشبه نمو جنين الطائر أثناء أطواره المبكرة ؛ تظهر الجيوب الخيشومية والفتحات وسرعان ما تغلق .

١٠ - ١٩ الأغشية الجنينية (شكل ١٠ - ١٢)

أجنة الزواحف ، والطيور ، والثدييات لها سلسلة من الأغشية الجنينية تحميها ضد الجفاف والصدمات ، وتؤدي وظائف التنفس ، والإخراج ، ووظائف ضرورية أخرى أثناء الحياة الجنينية . تلك الأغشية هي الرهل ، الكوريون ، كيس المح ، والألانتويذ أو الغشاء المنباري ؛ كل يتكون من طبقتين من النسيج الجنيني . يكون الرهل كيساً مغلقاً حول الجنين متمكلاً بسائل رهل مائي ليحفظ الجنين رطباً ويحميه ضد الصدمات والإحتكاك . الكوريون يحيط بالرهل . كيس المح في الزواحف والطيور يحد المح تدريجياً بداخل القناة الهضمية لتغذية الجنين . الغشاء المنباري يندفع نحو الخارج من المعى الخلفي ليتمد مقابل الكوريون وأغشية القشرة . وعلى ذلك فإن الأوعية الدموية تنمو على سطحه ، ليعمل كعضو جنيني تنفسي وإخراجي . كل تلك الأغشية تتمزق وتطرح حيناً تفقس الصغار .

١٠ - ٢٠ المشيمة والحبل السري

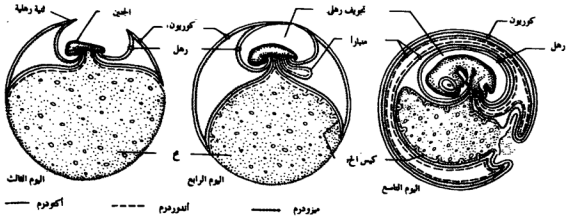
بويضة الثدييات الدقيقة تمر لأسفل في قناة البيض لتستقر على السطح الداخلي لرحم الأم . سرعان ما يتكون الرهل ويمتلئ بسائل . الكوريون والغشاء المنباري ينموان ويلتصقان بالرحم ، حيث تقترب الأوعية الدموية الجنينية للغشاء المنباري مع الأوعية الدموية للأم في جدار الرحم . زوائد ، أو محلات ، من الكوريون تظلم في انخفاضات في سطح الرحم ، والترتيب الناتج الموصل بين الجنين

والأم يسمى المشيمة (شكل ١٠ - ١٣) . ومن ثم فإن المواد الغذائية والأكسجين تمر من الأوعية الدموية للأم خلال عدة طبقات خلوية يبنية إلى دم الجنين ، ويمر ثاني أكسيد الكربون والمخلفات الإخراجية في الاتجاه المضاد ؛ ولكن لا يوجد اتصال مباشر بين الدورتين الأموية والجنينية . درجة الترابط بين التركيبات الأموية الجنينية وشكل المشيمة تختلف بين الثدييات المختلفة . الجنين النامي يكتسب شكل الحيوان الثديي المميز . من السطح البطني لجسم الجنين ، يمتد حبل سري رخوا من ، ليوصل شريائين ووريداً تتصل بالشعيرات الجنينية في المشيمة . حينها يكون جنين الثدييات قد اكتمل نموه ، تحدث الولادة (الوضع) . يتسع مهبل الأنثى ، وثمة انقباضات بطيئة منتظمة للرحم تدفع الجنين تدريجياً نحو الخارج . الرهل إما أن ينفجر في هذه العملية ، أو يمزق بسرعة بواسطة الأم ، حتى يمكن للصغير المولود حديثاً أن يتنفس الهواء ، وسرعان ما يتمزق الحبل السري . المشيمة إما أن تخرج مع الجنين أو تنزل فيما بعد ، « كخلاص » ويؤكل عادة بواسطة الأبوين في الثدييات البرية .

١٠ - ٢١ تنظيم التكوين

المورونات (فصل ٨) تنظم تتابع وتوقيت أحداث كثيرة في التكاثر والتكوين . فهي تسبب في جعل صغار الحيوانات الياقة ناضجة جنسياً . وتحت إنتاج الأمشاج ، وتخفر سلوك الجماع الجنسي . وهذا معروف جيداً في الفقاريات ، وبالذات في الثدييات ، حيث أن المورونات من الغدة النخامية الأمامية والأعضاء التناسلية لها أدوار رئيسية .

تاريخياً ، توجد نظريتان متضادتان لشرح التكوين . نظرية التخلق السبقى التي نادى بها هارفى ، مالبيجى ، وغيره من علماء الأجنة الأوائل . تفترض أن كلاً من البويضة والحيوان المنوى يحتوي على « جراثيمة » مخلقة سلفاً تماماً ولكن بصورة غير مرئية ، ولكنها تتسع إلى حجم وشكل مرئيين



شكل ١٠ - ١٢ : ثلاثة أطوار في نمو الأغشية الجنينية للكوكوت ، رسم بخطوطي لقطاعات طولية ؛ القشرة ، الأغشية القشرية ، والزلال مخلوطة (قارن بأشكال ١٠ - ٤ ، ١٠ - ١٣) .

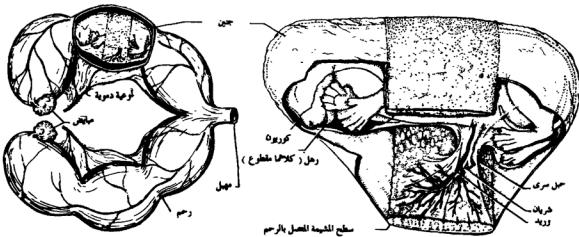
أثناء التكوين. نظرية التخلق المتعاقب المضادة تعتبر أن البويضة تفتقر إلى التنظيم الداخلي وأن قوة خارجية هي المسؤولة عن التكوين . البحوث الجينية الحديثة قد أوضحت أن سيتوبلازم البويضة به بعض العناصر السابقة التخلق ، وأن قوتين خارجية وداخلية تعملان معاً أثناء التكوين

١٠ - ٢٢ التنظيم

بيض الأنواع المختلفة يتباين في درجة التنظيم قبل وبعد الإخصاب . في بيض بعض الحيوانات الملامية ، يمكن أن تنفصل البلاستوميرات ، حتى طور الأربع خلايا ، حيث تنتج كل خلية جنيناً كاملاً ولكنه صغير نسبياً يبيض السهم يحدث له نفس الشيء في طور الخليتين ، وإذا ما فصلت بعناية البلاستوميرات في طور الخليتين في السلمندر ، قد ينتج جنينان كاملاً . في مثل هذا التفليج غير المحدد ، كل بلاستومير ، إذا جرت ، يمكن أن تنتج فرداً منفصلاً وكاملاً . وعلى النقيض ، فإن انفصال البلاستوميرات أو المجاميع الخلوية أثناء الإنقسام في بيض المشطيات ، والرخويات ، وبعض الشعب الأخرى يسبب أن كلاً تنتج فقط ذلك الجزء من الجنين الذي تكونه في بيضة سليمة . هذا « التفليج المحدد » يدل على تنظيم بداخل البويضة قبل التفليج .

جزء واحد قد يؤثر في آخر ، كما يظهر في حالة يبيض السهم أو اليرماتيات ، التي تنفصل جزئياً في طور الخليتين وتكون أجنة على شكل > بطرفين أماميين .

الدليل على التنظيم اللاحق في البويضة في اليرماتيات وعلى الوقت أو الطور الذي يحدث فيه ، قد أُستمد من صيغ خاص (حيوى) وأيضاً من زرع مناطق صغيرة من الجنين . من دراسات عديدة من هذا النوع ، قد اتضح « تنظيم افتراضى » محكم في البلاستويلا المتأخرة والجاسترولا المبكرة ،



شكل ١٠ - ١٣ : اليسار : قناة تناسلية كاملة لأثنى القط ، الرحم مفتوح ليوضح موضع جنين واحد .
اليمين : جنين القط بمشيمة ناعقة مقطوعة ومجزأة من الأغشية الجنينية مزالة لبيان علاقات الحمل السرى ، الأوعية الدموية ، والأغشية .

وتأكدت العمليات العديدة الموصوفة من قبل (فقرة ١٠ - ١٧) في التبطين . بين طور الخليتين (حيث كل بلاستومير قد تنتج جنيناً منفصلاً) ونهاية التبطين ، قد تميزت مواد لكل من المناطق الرئيسية للجنين المبكر (شكل ١٠ - ١٤) .

الشفة الظهرية لفتحة البلاستيولا هي منطقة ذات تأثير قوى في تحديد النمو الجنيني اللاحق . إذا ما زرعت قطعة من البشرة الافتراضية عند بدء التبطين على الشفة الظهرية ، فإنها سوف تحمل نحو الداخل وتشارك في إنتاج القطع العضلية ، جدار المعى ، أو أعضاء أخرى متوقفة على مكان وصولها ؛ في أية حالة ، فإنها تشارك في مشتقات الميزودرم أو الأندودرم ، وليس الأكتودرم . الميزودرم الطرفي الافتراضي المنزرع في أكتودرم جاسترولا ، سوف يصبح بشرة (أكتودرم) . ولكن إذا ما زرع جزء من الشفة الظهرية تحت أكتودرم جانبي أو أكتودرم البطن ، فإنه سوف يسبب تكوين جتين ثانوى هناك فوق الجنين العائل (شكل ١٠ - ١٥) . الحبل الظهري ومشتقات الشفة الظهرية الأخرى تأتي من الجزء المنزرع ، ولكن النسيج العصبي ينشأ من أكتودرم العائل المحلى ، الذى يغير ذلك يصبح بشرة .

دليل تتابع الوقت في التنظيم ، تم التوصل إليه بواسطة تبادل الأجزاء المنزرعة من البشرة الافتراضية والصفحية العصبية (كلاهما إكتودرمى) بين أجنة إثنين من السلندر لها يبيض من لون مختلف . إذا نقل جزء من بشرة افتراضية داكنة من تريتورس تيناس إلى منطقة الصفحية العصبية الافتراضية للتريتوس كريستاتس القاتع اللون فإنها تصبح صفحية عصبية إذا كان النقل أثناء طور الجاسترولا المبكرة . ولكنها تستمر كبشرة داكنة حتى في المخ ، إذا ما نقلت في الجاسترولا المتأخرة . في حالة الزرع المبكر ، فإن المنطقة تحدد طبيعة التمييز التالى ، في حين أنه في الحالات المتأخرة ، فإن المادة التى تنقل « معددة » من قبل فيما يختص بنوع النسيج المفروض أن تنتج . إن تحديد مصير الأنسجة في النمو الجنيني يعزى إلى « منظمات » بواسطة هانز شيبمان (ألماني ، ١٨٦٩ - ١٩٤١) . مثال عن وجود منظمات في أطوار متأخرة يرى في نمو العدسة لعين فقط في وجود حويصلة بصرية . إذا ما أزيلت الحويصلة ، لا تتكون عدسة ؛ وإذا نقلت الحويصلة من الرأس إلى مكان آخر في الجسم ، فإن عدسة قد تتكون حيثما تلامس الحويصلة البصرية الأكتودرم .

١٠ - ٢٣ التفاعلات الخلوية والنسيجية

إن الترتيب المذهل للعمليات المعقدة ينتج نحو بناء كائن عديد الخلايا . كثير منها لم يُحل لغزها حتى الآن ؛ ولا يزال البعض قد كُثِفَ عنه على الأقل جزئياً . حتى بالنظريات التى تقسم تلك الأخيرة ، فليس من الممكن تفسير كيف أن الخلايا تهاجر نحو أماكن معينة من الجنين ، كيف تنظم في أنسجة وأعضاء محددة . وكيف أن توازناً يصان ، مثل كون نسيج أو عضو لا يبدأ في إغترصاب معظم التجويف في الجنين . بمعنى آخر ، كل نسيج ، عضو ، أو مجموعة من الخلايا للكائن يجب ألا تنمو منفصلة عن الأخرى . التمييز النسيجي وتنظيم النمو تحدث إلى حد كبير من خلال تبادل المعلومات بين الخلايا عن طريق رسائل كيميائية تحدد نمو جميع أجزاء الجنين . عمليات عديدة

بالإضافة إلى المنظمات (فقرة ١٠ - ٢٢) تسهم في التمييز والتنظيم .

في الإحداثيات التعاونية ، يتفاعل تبادلياً نسيجان ناميان أو أكثر ليجعلا كلاً منهما ينمو مختلفاً عما لو كانا منفصلين . في جنين الفأر ، مثلاً ، نجد أن الأنابيب المفرزة والمجمعة للكلية الفعالة ، تبدأ التكوين في كتلتين نسيجيتين مختلفتين . إذا كان النمو ليتقدم طبيعياً . فإن الإثنين يجب أن تكونا على علاقة وثيقة ببعضهما . وقد اتضح ذلك بفصل الكتلتين في أوساط مزرعية ، ومن ثم لا يمكن أن تتكون المجموعتان من الأنابيب .

في عملية الكبيح ، فإن خلية أو كتلة نسيجية تعوق نمو خلية أخرى أو نسيج آخر .

خلال تفاعل تعاوني (مفهوم كتلة حرجة) فإن خلايا عديدة لها القدرة على إنتاج ما لا تستطيعه خلايا قليلة . فمثلاً ، إذا أزيلت قطعة كبيرة من الجنين ، وزرعت منفصلة ، فإنها تواصل النمو طبيعياً وتنتج الأنسجة المتوقعة من تلك المنطقة . ولكن ، إذا ما قطعت نفس القطعة إلى قطع عديدة صغيرة وزرعت ، فإن الأنسجة الأكثر تخصصاً سوف لا تنمو ، رغم أن النسيج يعيش . ويبدو أنه توجد كتلة حرجة ضرورية تلزم لتسمح للنمو آخر للنسيج .

الطرق اللازمة في العمليات السابقة غير معروفة أو معروفة بصفة غير كاملة .

مراجعة :

- ١ - هل يوجد دليل حديث فيما يخص بالخلق الذاق ؟
- ٢ - معظم الحيوانات فيها تكاثر جنسى . ما هى الصفات التى تميزه عن التكاثر اللاجنسى ؟
- ٣ - كيف يختلف البيض والحيوانات المنوية فى التركيب والوظيفة ؟
- ٤ - عرف : النسل المبيض ، وحيد المسكن ، مستقبل منوى ، حوصلة جراف ، مادة جرثومية ، كروموسومات متجانسة .
- ٥ - ميز بين الانقسام الميوزى والانقسام الميوزى . لماذا يكون الانقسام الميوزى ضرورياً ؟
- ٦ - ما هى الأطوار فى نضوج خلية جنسية ذكرية ؟ كيف يختلف النضوج فى خلية أنثوية ؟
- ٧ - ماذا يُنتج الإخصاب للتكوين ؟ لعدد الكروموسومات فى الفرد الجديد الناتج ؟
- ٨ - ظاهرياً يبدو مفيداً تواجد كلى الجنسين فى نفس الفرد ومن ثم لا يلزم البحث عن وليف . ومع ذلك فإن معظم الكائنات التى تتناسل جنسياً ليست خنثى ، ولكنها ثنائية المسكن . هل من الممكن أن تبين ميزة فى هذا التنظيم ؟
- ٩ - ما الذى يتم بواسطة البطين ؟ ما هى الملامح التركيبية لجسترولا ؟ كيف يختلف هذا الطور بين الضفدع والبطائر ؟
- ١٠ - من أية طبقات جرثومية تشتق التركيبات اليافعة الآتية فى حيوان فقارى : بطانة المعدة ، القصين الخيين ، بطانة تحويف الجسم ، تحويف الفم ؟
- ١١ - ما هى الأغشية الجنينية ؟ فى أية فقاريات تنمو ؟ أية أغراض تؤديها ؟
- ١٢ - كيف يحصل الكائن البشرى النامى على الطعام والأكسجين قبل مولده ؟ أية صفات تركيبية للأم والجنين تستخدم فى ذلك ؟
- ١٣ - ما هو المقصود بـ « بالتنظيم » فى بويضة قبل أو بعد ما يبدأ التكوين ؟

الفصل الحادى عشر

توارث الصفات وعلم الوراثة

تتجه كل الحيوانات والساتات إلى إنجاب ما يشابهها الشبيه بميل إلى إنجاب الشبيه ، صغير الكلب دائماً حرو ، وصغير القط قضيظ وليس جروا . ومع ذلك فإن الذرية قد تختلف فيما بينها ، وقد تختلف أيضاً عن آمانها بدرجات متفاوتة . فكلاب الحراسة ذات السلالة النقية تنجب عند تزواجها صغار تنمو وتعتبر شبيهة للأبوين تماماً ، أما إذا وجدت الفرصة وتزاوج إثنان من كلاب مختلطة الأنواع (هجين) ، فإن سلتهما يكون دائماً متباين الأنواع . ولقد عرف الإغريق القدامى أن الآباء زرق العيون لهم أبناء عيونهم زرقاء ، وأن ظاهرة الصلع وحول العيون تظهر في الأجيال المتعاقبة ، وأن بعضاً من عيوب العيون يظهر في عائلات معينة . هذا الانتقال للصفات من جيل إلى آخر يسمى التوارث أو توارث الصفات .

ويختص التوارث بسميزات مبنية على أساس الأصل أو النسب تتواجد في الكائنات الحية إما في صورة ظاهرة أو في صورة مستترة ، والتي حصلت عليها من أسلافها . وهذه السميزات إما جسدية أو فسيولوجية ، وتضم أيضاً الصفات الغريزية والمظاهر النفسية في الحيوانات الراقية والإنسان . تسمى الاختلافات التي توجد بين أفراد من نفس النوع بالتنوع الذى ينقسم إلى قسمين تنوعات بيئية وتنتج عن الاختلاف في الغذاء ودرجة الحرارة أو العوامل الخارجية الأخرى ، وتنوعات وراثية تظهر في البعض من الذرية دون أن يكون للبيئة أى تأثير في ظهورها . ويبحث علم الوراثة في موضوع التشابهات والاختلافات الناتجة عن التوارث وكذلك في مصدرها وتكوينها .

يساعد علم الوراثة في الزراعة وذلك بتحسين الشكل والإنتاج ، ومقاومة الأمراض ، وبعض المظاهر الأخرى للحيوانات الداجنة ونباتات الزراعة . وقد تم التوصل إلى كثير من المعلومات عن الوراثة في الإنسان ، بعضها له تطبيقات عملية . وقد ساعدت الوراثة في دراسة التطور ، وعلم الأجنة ، وفروع أخرى من العلوم . ولعلم الوراثة قيمة ثقافية كبيرة في القضاء على كثير من المعتقدات الخاطئة والخاصة بتوارث الصفات .

وحتى القرن الثامن عشر تم معرفة القليل عن توارث الصفات ، حتى تقدمت المعلومات الخاصة عن الروحية في النباتات وفي تهجينها . وقد تمكن كول رويتر (١٧٣٣ - ١٨٠٦) وآخرون من إنتاج هجينات خصبة وذلك بواسطة عمليات التلقيح الاصطناعى ، كما وصفوا مميزات الأبوين والمجين الناتج ولكن لم يكن عندهم الفهم الواضح للعمليات الوراثية .

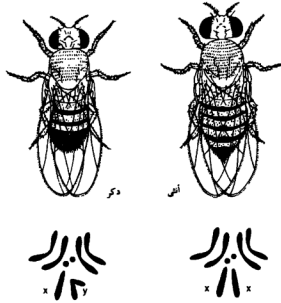
١١ - ١ مندل

كان جريجور يوهان مندل (١٨٢٢ - ١٨٨٤) أول من أجرى تجارب دقيقة في توارث الصفات ، ووضع القوانين الأساسية في علم الوراثة . لقد كان مندل راهبا ناسكا يقيم في دير أوجستينين في بلدة برين في النمسا (شكل ١ - ٧) . ولقد لاحظ مندل أن كل السابقين الذين أجروا عمليات تهجين قد فشلوا في إيجاد قانون أو قاعدة أساسية للتوارث حيث أنهم لم يقوموا بتتبع الصفات الذاتية خلال الأجيال المتعاقبة كما أنهم لم يقوموا بأى تسجيل عددى للنتائج التى حصلوا عليها . ولذلك فقد خطط مندل لإجراء تجارب دقيقة لكى يتخطى بها هذه العقبات . وقد اختار مندل للدراسة نبات [البازلاء (بيسوم)] ، وأمضى عامان في اختيار سلالات ذات صفات واضحة ومتضادة ، وكذلك لكى يتأكد أن كل ما تجمع لديه من السلالات كان نقيا . ثم أجرى مندل خلال الست سنوات التالية الكثير من عمليات التهجين بواسطة التلقيح الاصطناعى . ولقد تم إجراء كل عملية على ثلاثة أجيال أو أكثر ، ومع كل تجربة قام مندل بعمل حصر عددى لكل النباتات والحيوب الناتجة من كل نوع . ثم قام مندل بتحليل هذه النتائج ، ومنها استنتج أهم قانونين أساسيين في الوراثة . لم يشد تقريره (٤٤ صفحة) لسنة ١٨٦٦ ، الذى نشر في إحدى المجلات المعفورة ، إنتباه العالم إلا في عام ١٩٠٠ وذلك بواسطة ثلاثة من البحوث الآخرين ، دى فريز ، وكورينز ، وفون تشماك حيث توصلوا إلى نفس نتائج مندل ، كل على حدة .

لقد أعطت اكتشافات مندل قوة دفع كبيرة لدراسة توارث الصفات حيث قام علماء الوراثة بإجراء العديد من التجارب الدقيقة على كثير من النباتات والحيوانات . ومن أهم تلك التجارب استخدام ذبابة الفاكهة أو ذبابة التفاح دروسوفيلاميلانوجاستر بواسطة كاستل ، ومورجان ، وآخرين . وهذه الحشرة الصغيرة (شكل ١١ - ١) يمكن تربيتها بسهولة في أواني مزودة بالطعام ، أو مستنبت ، ليرقاتها . ويعطى الزوج من هذه الحشرات ٢٠٠ أو أكثر من الأفراد ، وتتعاقب الأجيال كل ١٠ أو ١٤ يوما . وباستخدام هذه الحشرة المتوفرة أمكن تفسير كثير من المشكلات التى تتطلب كثيرا من الأفراد والأجيال ، وكذلك أمكن تطبيق التحليل العددى للنتائج .

١١ - ٢ التهجين الأحادى

هذا تزاوج يختلف فيه الأبوان في زوج واحد من الصفات المتبادلة ، عندما يتم الزواج بين خنازير غينيا نقية السلالة سوداء اللون وأخرى بيضاء اللون (شكل ١١ - ٣) ، فإن كل أفراد الجيل التالى



شكل ١١ - ١ : ذبابة الفاكهة ، *Drosophila melanogaster* ، المستخدمة في دراسات الوراثة مكبرة جداً . تظهر مجموعة ثنائية من الكروموزومات ، مشاراً إلى الكروموزومات الجنسية (XY, XX) . والذكر أصغر من الأنثى ، بطنه بها ثلاثة أشرطة سوداء ، يمتد الأخير تحت النهاية الخلفية المستديرة . الأنثى أكبر ، البطن منضغ ولكنه مدبب ، وبه خمسة أشرطة سوداء غير متصلة من الناحية الطية .

(F₁) تكون سوداء اللون بصرف النظر أى من الوالدين كان لونه أسوداً أو أى كان لونه أبيضاً . وعندما يتم التزاوج بين جيل الأفراد الأول فإنها تنجب الجيل الثانى (F₂) الذى تكون النسبة فيه فى المتوسط ثلاثة أرباع سوداء اللون مثل لون الجد الأسود والربع الأخير أبيض اللون مثل الجد أبيض اللون . من الملاحظ أن صفة لون الفراء الأبيض قد اختفت فى الجيل الأول ثم ظهرت فى الجيل الثانى . ولو سمح لأفراد الجيل الثانى البيضاء فى أن تتزاوج فيما بينها فإنها تنجب دائماً أفراداً بيضاء فقط فى الجيل الثالث ، أما إذا تم التزاوج بين أفراد الجيل الثانى السوداء فإن ثلث الناتج تكون أفراداً سوداء ، والثلثان الآخران تكون أفرادهما سوداء وبيضاء بنفس نسبة الجيل الثانى . ومن ثم ، كما ذكر مندل ، عندما تتزاوج إثنان من الصفات المتضادة ، فإن إحداها تكون سائدة (بائنة أو واضحة) فى الجيل التالى F₁ والأخرى تكون متنحية (كامنة أو مخفية عن الظهور) . وفى الجيل التالى (F₂) فإن هاتين الصفتين تتعزلان بنسبة ٣ : ١ . وعلى ذلك فيمكن صياغة القانون الأول لمندل لصياغة حديثة : العوامل المسببة لزواج من الصفات تكون منعزلة . فى المثال (شكل ١١ - ٣) توجد كل أمشاج الذكور السوداء نقية السلالة تحمل العامل P (أسود) وأمشاج الإناث البيضاء تحمل العامل p (أبيض) . وهذه العوامل تظهر ثانية بدون تغيير فى أمشاج الجيل الأول (F₁) دون أن يكون لإحداها تأثير على الآخر فى تواجدها وارتباطها فى الهجين . كل مشيجة تكون نقية تحوى عاملاً واحداً من العاملين . ويطلق الآن على العوامل المسئولة عن تكوين زوج من الصفات المتبادلة أو المضادة كما درسها مندل بالضواد أو الأليلو مورفيه .

بعض الأمثلة عن المميزات البسيطة (آحادية التهجين) في الحيوانات المستأنسة هي كالتالى
(الصفة المتنحية توجد بين قوسين) .

الحيول	الركشى (الخطوط)
الكلاب	ذيل سميك (ذيل عادى)
القطط	مخطط (أسود أو أزرق)
	شعر قصير (شعر طويل أو انجورا)

١١ - ٣ ميكانيكية التوارث

كان مندل أول من أشار إلى الفرق بين الصفة المرئية الحقيقية وذلك « الشيء » الذى يسبب تكوينها . من الواضح أن الصفة لا يمكن أن تتواجد فى الأمشاج التى تتحد فى عملية الإخصاب لتعطى فرداً جديداً . ولكن شيئاً يمثل تلك الصفة وهو المسئول عن تكوينها هو الذى يوجد فى المشيجة . وعامل الصفة هذا يعرف الآن باسم الجين ، وهو وحدة الوراثة الذى ينتقل بواسطة المشيجة ويسبب تكوين صفة وراثية من خلال تفاعله مع الجينات الأخرى ، والسيتوبلازم والبيئة المحيطة .

حيث أن الأمشاج هى فقط المواد التى تنتقل من الآباء لتكوين أفراد جديدة فى الجيل التالى ، فعلى ذلك فإن ميكانيكية العملية الوراثية يجب أن تتواجد بها . وبإعادة ما سبق أن ذكر (فصل ١٠) أنه (١) فى الإنقسام الإحتزلى تستقبل كل خلية (مشيجة) من خلال عملية فرز عضوى واحداً من كل زوج من أزواج الكروموسومات المتشابهة ، (٢) عند الإخصاب يتم لقاء عفى (بالصدفة) بين البيضة وحيوان منوى ، (٣) تنضم كروموزومات نواة البيضة ونواة الحيوان المنوى لتكون الزيجوت ، و (٤) أثناء نمو الجنين وبعده تحصل كل خلية فى الفرد الجديد بواسطة عمليات الإنقسام غير المباشر على العدد المساوى والمشابه من الكروموزومات لذلك الموجود فى الزيجوت .

حيث أن توريث الصفات فى التكاثر الجنسى يتم عن طريق إنتقال مميزات الأبوين بواسطة الأمشاج ، فإن الكروموزومات تمثل الوسيلة التى تتم عن طريقها هذه العملية . لقد أثبتت تجارب معينة ما على :
(١) إن البيضة التى تنزع عنها نواتها ثم تلقح بحيوان منوى تنتج فرداً يحمل مميزات الأب فقط ،
(٢) البيض الناضج الذى يكون جنينا عن طريق التكاثر البكرى الإصطناعى ينتج أفراداً تحمل صفات الأم فقط ، و (٣) عند إزالة جزء من سيتوبلازم البيضة فإنها تنتج بعد تلقيحها بحيوان منوى فرداً يحمل صفات الأب والأم معا . وعلى ذلك (مع وجود حالات نادرة) فإن انتقال الصفات الوراثية يعتمد على النواة وليس على السيتوبلازم .

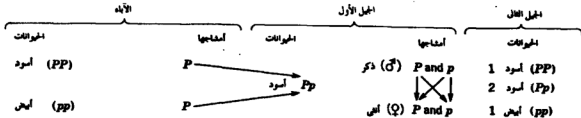
تفترض النظرية الكروموزومية الحديثة أن الوراثة أن الجينات هى وحدات فوق ميكروسكوبية تتكون من الحامض النووى DNA . (فقرة ٢ - ٢٧) وتحتويها الكروموزومات . فى الكروموزومات العملاقة الموجودة فى الغدد اللعابية لحشرة الدروسوفيلا (شكل ١١ - ١٩) يظهر العديد من الأقراص العرضية التى تمثل أماكن تواجد الجينات . وسوف يناقش فيما بعد فى هذا الفصل بعض الأدلة الغير مباشرة على وجود وترتيب الجينات فى الكروموزومات (أنظر الإلتباط ، فقرة ١١ - ١٤) .

١١ - ٤ تفسير النسبة المتبدلية

تنتج أفراد المهجين من اتحاد مشيجين لهما تركيب وراثي مختلف ، ثم لا بد من حدوث عملية إنعزال في الخلايا الجرثومية لهذا المهجين لكي تعمل على تصنيف الجينات لإنتاج صفات في الجيل الثاني F_2 . ولقد تحقق مندل من هذا ولكنه لم يكن يعرف شيئاً عن ميكانيكيته الحقيقية . وقد فسرت عملية الإنقسام الإختزالي أثناء فترة النضوج ، وكذلك الاتحاد المعقوى . للبيضة مع الحيوان المنوى ، والتي عرفت منذ وقت مندل ، عملية إنعزال الجينات .

لو رمزنا للجين السائد للون الأسود في خنازير غينيا بالحرف P وللجين المتنحي للون الأبيض بالحرف p وعلى ذلك سوف يكون التركيب أو الصيغة الوراثية للآباء (التي تحتوي على العدد التاني من الكروموزومات) هي PP و pp ، وللأمشاج الخاصة بها (العدد الفردى) هي P و p . وعندما تتحد أمشاج الآباء في عملية الإخصاب فإن كل النسل الناتج في الجيل الأول F_1 سوف يكون Pp أسود اللون . وعندما تكون أفراد الجيل الأول F_1 أمشاجها فإن كل جنس سوف ينتج أمشاجاً بها p و P بنسبة ١ : ١ . فإن الاتحادات الممكنة بين الأمشاج في الجيل الثاني سوف تكون PP (أسود) ، و Pp (أسود) ، و pP (أبيض) ، و pp (أبيض) منتجة نسبة ٣ أسود : أبيض . ونعتمد الأشكال ١١ - ٢ و ١١ - ٣ ما يحدث في هذا التهجين .

تعرف الأفراد التي تحتوي على جينات متشابهة لأى صفة (PP أو pp) بمثالة العوامل ، بينما تعرف أفراد الجيل الأول F_1 التي تظهر سوداء اللون مع أنها تحتوي على جينات اللون الأبيض (Pp) بأنها مختلفة العوامل حيث أنها تحتوي على نوعين من الجينات لزوج من الضواد . يكون التكوين الوراثي للفرد ، الظاهر منه والكامن ، الحالة الجينية لهذا الفرد ، تكون الصفات الظاهرة والواضحة الحالة الظاهرية لهذا الفرد وعلى ذلك فإن كلا الأبوين وإثنين من الجيل الثاني (PP و pp) مثالوا العوامل ، ولكن أفراد الجيل الأول المهجين F_1 وإثنان من الجيل الثاني F_2 (Pp) يختلفوا العوامل ، والجيل الأول المهجين حالته الظاهرية أسود وحالته الجينية pP . في الجيل الثاني F_2 تكون الأفراد البيضاء مثالة العوامل متنتحة . من الأفراد السوداء يكون الثلث أفراداً مثالة العوامل سائدة سوداء والثلثان الباقيان تكون أفرادهم مختلفة العوامل . ويمكن أن يعاد بيان هذه الإحصائية (شكل ١١ - ٤) حيث يتم حصر الحالات الظاهرية والحالات الجينية والأمشاج للأجيال الثلاثة .



شكل ١١ - ٢ : التوارث في التزاوج الأحادي

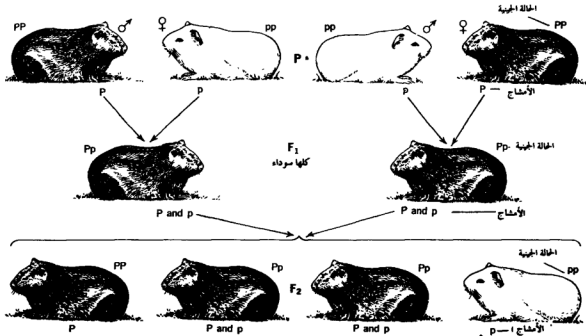
ولقد وجد أن كثيراً من الصفات تتبع في توارثها القانون الأول لمندل .

١١ - ٥ السيادة الغير تامة

بالنسبة لبعض الصفات وجد أن أفراد الجيل الأول F_1 المهجين تكون وسطاً بين صفات الأبوين . هذه السيادة الغير تامة توجد في الدجاج الأندلسي ، فحين يتم التزاوج بين أفراد سوداء اللون وأخرى بيضاء مبقعة تنتج في الجيل الأول F_1 أفراد زرقاء ، وفي الجيل الثاني F_2 تكون النسبة بين الأفراد هي ١ أسود : ٢ أزرق : ١ أبيض مبقع . وتكون الأفراد متاثلة العوامل السائدة سوداء اللون بينما تكون الأفراد مختلفة العوامل زرقاء ، والأفراد متاثلة العوامل المتنحية بيضاء مبقعة (شكل ١١ - ٥) . ويتبع هذا النوع من التوارث القانون الأول لمندل كما في حالات السيادة التامة ، ولكنها تختلف عنها في أن الأفراد مختلفة العوامل يمكن التعرف عليها بسهولة .

١١ - ٦ التلقيح الرجعى

وجد أن الذرية التى تظهر الصفة السائدة في عملية التهجين تكون كلها متشابهة من الناحية الظاهرية ، ولكنها تكون إما مختلفة العوامل أو متشابهة العوامل لهذه الصفة . ولتعيين الحالة الجينية لهذه الأفراد يمكن استخدام التلقيح الإختبارى أو التلقيح الرجعى . حيث يتم تزويج الفرد المهجين



شكل ١١ - ٣ : تزاوج أحادى . توارث لون القراء في عنازير غينيا حين يتم التزاوج بين أباء نقية السلالة سوداء وبيضاء .

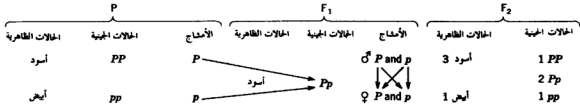
السائد مع أفراد متنحية نقية . في حالة حنازير غينيا ، لو كانت الأفراد تحت الإختبار متماثلة العوامل (PP) ثم تزويجها مع المتنحي (-PP) فإن الأفراد الناتجة سوف تكون كلها سوداء اللون (P_p) أما إذا كانت الأفراد تحت الإختبار مختلفة العوامل فإن الأفراد الناتجة سوف تكون سوداء (P_p) ، وببيضاء (pp) بنسبة متساوية (شكل ١١ - ٦) . يمثل استخدام التلقيح الرجعي في التطبيقات العملية للوراثة وسيلة سريعة لتنقية (جعلها متماثلة العوامل) السلالة المرغوبة .

١١ - ٧ التهجين الثنائي

حين يختلف الأبوان في زوجين من الصفات ، فإن أفراد الجيل الأول تعرف بثنائية التهجين . ولقد وحد مدلل أنه في عملية التهجين الثنائي يورث كل زوج من الصفات مستقلاً عن الزوج الآخر . ويمكن توضيح ذلك (شكل ١١ - ٧) في حالة حنازير غينيا حيث يسود لون الفراء الأسود (p) على اللون الأبيض (-P) وتسود صفة الفراء الحشن الأجش (R) على الناعم الأملس (r) . عندما يتم التزاوج بين حيوان ذى فراء أسود حشن مع آخر ذى فراء أبيض أملس فإن الناتج يمكن تبيانته تخطيطياً في شكل ١١ - ٨ .

في هذا التهجين يُكوّن كل جنس ٤ أنواع من الأمشاج ، وتوضع لوحة الشطرنج لبونيت (جدول ١١ - ١) وجود ١٦ تزاوج ممكن لتكوين الجيل الثاني F_2 . وتضم الحالة الظاهرية للجيل الثاني ٩ سوداء خشنة (كل له جينات PR) مثل الأب السائد ، وواحد أبيض أملس (pr) مثل الأب المتنحي . وظهرت إثنان من التجمعات الجديدة إحداهما تضم ٣ سوداء لمساء (Pr) والثانية ٣ بيضاء خشنة (P^R) ، وهذه النسبة ٩ : ٣ : ٣ : ١ هي نسبة مميزة للتهجين الثنائي (جدول ١١ - ٢) ، وفيها يوجد ٩ + ٣ = ١٢ سود بالنسبة إلى ٣ + ١ = ٤ بيض ، و ٩ + ٣ = ١٢ أفراداً خشنة بالنسبة إلى ٣ + ١ = ٤ أفراداً لمساء . وعلى ذلك فإن النسبة ٣ سائد : ١ متنحي ، التي توجد في كل حالة ، تتبع القانون الأول لمندل . وينتقل كل زوج من الجينات مستقلاً عن الآخر . وعليه فإن فرصة أحد حنازير غينيا في أن يكون أسوداً أو أبيضاً تكون مستقلة عن فرصته في أن يكون خشناً أو أملساً . ونفس النسبة أي ٣ : ١ هي المتوقعة لكل زوج من الصفات تعمل منفصلة . وهذا يوضح القانون الثاني لمندل : عندما تختلف السلالات عن بعضها في زوجين (أو أكثر) من الصفات ، فإن توارث أحد الأزواج من العوامل يكون مستقلاً عن الآخر

تتضمن الأربع حالات الظاهرية تسع حالات جينية مختلفة كما يبين تحليل مجموع أفراد الجيل الثاني F_2 $PPRR, PpRR, PPrr, Pprr$ كلها متماثلة العوامل بينما الخمس حالات الأخرى تكون مختلفة العوامل . ويمثل ظهور حالات ظاهرية وحالات جينية جديدة في التهجين الثنائي (والتهجين العديد) وسيلة عملية للحصول على سلالات من الحيوانات والنباتات تتجمع فيها صفات تختلف عن تلك التي توجد في الآباء . فعلى سبيل المثال ، توجد حالتان ظاهريتان جديدتان تماماً بين أفراد الجيل الثاني F_2 و هما : أسود أملس PPr ، وأبيض خشن $pPrr$.



شكل ١١ - ٤ : الوراثة في التزاوج الأحادي

تزداد الفرصة بدرجة كبيرة في إنتاج تجمعات جديدة وذلك بزيادة عدد تزاوج العوامل المستقلة .

في التهجين الأحادي ينتج عن وجود زوج واحد من الجينات اتحادان ، خنازير غينيا السوداء والبيضاء . في التهجين الثنائي ينتج عن وجود زوجين من الجينات ٤ تراكيب ، خشن أسود ، وأملس أسود ، وخشن أبيض وأملس أبيض . في وجود السيادة التامة فإن العلاقة بين العدد الكامل لأزواج الجينات وعدد الحالات الظاهرية هو 2^n ، حيث n هي عدد أزواج الجينات ($2^2=4$ ، $2^3=8$ ، $2^4=16$ ، $2^5=32$ ، $2^6=64$ ، $2^7=128$ ، $2^8=256$ ، $2^9=512$ ، $2^{10}=1024$ ، $2^{11}=2048$ ، $2^{12}=4096$ ، $2^{13}=8192$ ، $2^{14}=16384$ ، $2^{15}=32768$ ، $2^{16}=65536$ ، $2^{17}=131072$ ، $2^{18}=262144$ ، $2^{19}=524288$ ، $2^{20}=1048576$ ، $2^{21}=2097152$ ، $2^{22}=4194304$ ، $2^{23}=8388608$ ، $2^{24}=16777216$ ، $2^{25}=33554432$ ، $2^{26}=67108864$ ، $2^{27}=134217728$ ، $2^{28}=268435456$ ، $2^{29}=536870912$ ، $2^{30}=1073741824$ ، $2^{31}=2147483648$ ، $2^{32}=4294967296$ ، $2^{33}=8589934592$ ، $2^{34}=17179869184$ ، $2^{35}=34359738368$ ، $2^{36}=68719476736$ ، $2^{37}=137438953472$ ، $2^{38}=274877906944$ ، $2^{39}=549755813888$ ، $2^{40}=1099511627776$ ، $2^{41}=2199023255552$ ، $2^{42}=4398046511104$ ، $2^{43}=8796093022208$ ، $2^{44}=17592186044416$ ، $2^{45}=35184372088832$ ، $2^{46}=70368744177664$ ، $2^{47}=140737488355328$ ، $2^{48}=281474976710656$ ، $2^{49}=562949953421312$ ، $2^{50}=1125899906842624$ ، $2^{51}=2251799813685248$ ، $2^{52}=4503599627370496$ ، $2^{53}=9007199254740992$ ، $2^{54}=18014398509481984$ ، $2^{55}=36028797018963968$ ، $2^{56}=72057594037927936$ ، $2^{57}=144115188075855872$ ، $2^{58}=288230376151711744$ ، $2^{59}=576460752303423488$ ، $2^{60}=1152921504606846976$ ، $2^{61}=2305843009213693952$ ، $2^{62}=4611686018427387904$ ، $2^{63}=9223372036854775808$ ، $2^{64}=18446744073709551616$ ، $2^{65}=36893488147419103232$ ، $2^{66}=73786976294838206464$ ، $2^{67}=147573952589676412928$ ، $2^{68}=295147905179352825856$ ، $2^{69}=590295810358705651712$ ، $2^{70}=1180591620717411303424$ ، $2^{71}=2361183241434822606848$ ، $2^{72}=4722366482869645213696$ ، $2^{73}=9444732965739290427392$ ، $2^{74}=18889465931478580854784$ ، $2^{75}=37778931862957161709568$ ، $2^{76}=75557863725914323419136$ ، $2^{77}=151115727451828646838272$ ، $2^{78}=302231454903657293676544$ ، $2^{79}=604462909807314587353088$ ، $2^{80}=1208925819614629174706176$ ، $2^{81}=2417851639229258349412352$ ، $2^{82}=4835703278458516698824704$ ، $2^{83}=9671406556917033397649408$ ، $2^{84}=19342813113834066795298816$ ، $2^{85}=38685626227668133590597632$ ، $2^{86}=77371252455336267181195264$ ، $2^{87}=154742504910672534362390528$ ، $2^{88}=309485009821345068724781056$ ، $2^{89}=618970019642690137449562112$ ، $2^{90}=1237940039285380274899124224$ ، $2^{91}=2475880078570760549798248448$ ، $2^{92}=4951760157141521099596496896$ ، $2^{93}=9903520314283042199192993792$ ، $2^{94}=19807040628566084398385987584$ ، $2^{95}=39614081257132168796771975168$ ، $2^{96}=79228162514264337593543950336$ ، $2^{97}=158456325028528675187087900672$ ، $2^{98}=316912650057057350374175801344$ ، $2^{99}=633825300114114700748351602688$ ، $2^{100}=1267650600228229401496703205376$ ، $2^{101}=2535301200456458802993406410752$ ، $2^{102}=5070602400912917605986812821504$ ، $2^{103}=10141204801825835211973625643008$ ، $2^{104}=20282409603651670423947251286016$ ، $2^{105}=40564819207303340847894502572032$ ، $2^{106}=81129638414606681695789005144064$ ، $2^{107}=162259276829213363391578010288128$ ، $2^{108}=324518553658426726783156020576256$ ، $2^{109}=649037107316853453566312041152512$ ، $2^{110}=1298074214633706907132624082305024$ ، $2^{111}=2596148429267413814265248164610048$ ، $2^{112}=5192296858534827628530496329220096$ ، $2^{113}=10384593717069655257060992658440192$ ، $2^{114}=20769187434139310514121985316880384$ ، $2^{115}=41538374868278621028243970633760768$ ، $2^{116}=83076749736557242056487941267521536$ ، $2^{117}=166153499473114484112975882535043072$ ، $2^{118}=332306998946228968225951765070086144$ ، $2^{119}=664613997892457936451903530140172288$ ، $2^{120}=1329227995784915872903807060280344576$ ، $2^{121}=2658455991569831745807614120560689152$ ، $2^{122}=5316911983139663491615228241121378304$ ، $2^{123}=10633823966279326983230456482242756608$ ، $2^{124}=21267647932558653966460912964485513216$ ، $2^{125}=42535295865117307932921825928971026432$ ، $2^{126}=85070591730234615865843651857942052864$ ، $2^{127}=170141183460469231731687303715884105728$ ، $2^{128}=340282366920938463463374607431768211456$ ، $2^{129}=680564733841876926926749214863536422912$ ، $2^{130}=1361129467683753853853498429727072845824$ ، $2^{131}=2722258935367507707706996859454145691648$ ، $2^{132}=5444517870735015415413993718908291383296$ ، $2^{133}=10889035741470030830827987437816582766592$ ، $2^{134}=21778071482940061661655974875633165533184$ ، $2^{135}=43556142965880123323311949751266331066368$ ، $2^{136}=87112285931760246646623899502532662132736$ ، $2^{137}=174224571863520493293247799005065324265472$ ، $2^{138}=348449143727040986586495598010130648530944$ ، $2^{139}=696898287454081973172991196020261297061888$ ، $2^{140}=1393796574908163946345982392040522594123776$ ، $2^{141}=2787593149816327892691964784081045188247552$ ، $2^{142}=5575186299632655785383929568162090376495104$ ، $2^{143}=11150372599265311570767859136324180752990208$ ، $2^{144}=22300745198530623141535718272648361505980416$ ، $2^{145}=44601490397061246283071436545296723011960832$ ، $2^{146}=89202980794122492566142873090593446023921664$ ، $2^{147}=178405961588244985132285746181186892047843328$ ، $2^{148}=356811923176489970264571492362373784095686656$ ، $2^{149}=713623846352979940529142984724747568191373312$ ، $2^{150}=1427247692705959881058285969449495136382746624$ ، $2^{151}=2854495385411919762116571938898990272765493248$ ، $2^{152}=5708990770823839524233143877797980545530986496$ ، $2^{153}=11417981541647679048466287755595961091061972992$ ، $2^{154}=22835963083295358096932575511191922182123945984$ ، $2^{155}=45671926166590716193865151022383844364247891968$ ، $2^{156}=91343852333181432387730302044767688728495783936$ ، $2^{157}=182687704666362864775460604089535377456991567872$ ، $2^{158}=365375409332725729550921208179070754913983135744$ ، $2^{159}=730750818665451459101842416358141509827966271488$ ، $2^{160}=1461501637330902918203684832716283019655932542976$ ، $2^{161}=2923003274661805836407369665432566039311865085952$ ، $2^{162}=5846006549323611672814739330865132078623730171904$ ، $2^{163}=11692013098647223345629478661730264157247460343808$ ، $2^{164}=23384026197294446691258957323460528314494920687616$ ، $2^{165}=46768052394588893382517914646921056628989841375232$ ، $2^{166}=93536104789177786765035829293842113257979682750464$ ، $2^{167}=187072209578355573530071658587684226515959365500928$ ، $2^{168}=374144419156711147060143317175368453031918731001856$ ، $2^{169}=748288838313422294120286634350736906063837462003712$ ، $2^{170}=1496577676626844588240573268701473812127674924007424$ ، $2^{171}=2993155353253689176481146537402947624255349848014848$ ، $2^{172}=5986310706507378352962293074805895248510699696029696$ ، $2^{173}=11972621413014756705924586149611790497021399392059392$ ، $2^{174}=23945242826029513411849172299223580994042798784118784$ ، $2^{175}=47890485652059026823698344598447161988085597568237568$ ، $2^{176}=95780971304118053647396689196894323976171195136475136$ ، $2^{177}=191561942608236107294793378393788647952342390272950272$ ، $2^{178}=383123885216472214589586756787577295904684780545900544$ ، $2^{179}=766247770432944429179173513575154591809369561091801088$ ، $2^{180}=1532495540865888858358347027150309183618739122183602176$ ، $2^{181}=3064991081731777716716694054300618367237478244367204352$ ، $2^{182}=6129982163463555433433388108601236734474956488734408704$ ، $2^{183}=12259964326927110866866776217202473468949912977468817408$ ، $2^{184}=24519928653854221733733552434404946937899825954937634816$ ، $2^{185}=49039857307708443467467104868809893875799651909875269632$ ، $2^{186}=98079714615416886934934209737619787751599303819750539264$ ، $2^{187}=196159429230833773869868419475239575503198607639501078528$ ، $2^{188}=392318858461667547739736838950479151006397215279002157056$ ، $2^{189}=784637716923335095479473677900958302012794430558004314112$ ، $2^{190}=1569275433846670190958947355801916604025588861116008628224$ ، $2^{191}=3138550867693340381917894711603833208051177722232017256448$ ، $2^{192}=6277101735386680763835789423207666416102355444464034512896$ ، $2^{193}=12554203470773361527671578846415332832204710888928069025792$ ، $2^{194}=25108406941546723055343157692830665664409421777856138051584$ ، $2^{195}=50216813883093446110686315385661331328818843555712276103168$ ، $2^{196}=100433627766186892221372630771322662657637687111424552206336$ ، $2^{197}=200867255532373784442745261542645325315275374222849104412672$ ، $2^{198}=401734511064747568885490523085290650630550748445698208825344$ ، $2^{199}=803469022129495137770981046170581301261101496891396417650688$ ، $2^{200}=1606938044258990275541962092341162602522202993782792835301376$ ، $2^{201}=3213876088517980551083924184682325205044405987565585670602752$ ، $2^{202}=6427752177035961102167848369364650410088811975131171341205504$ ، $2^{203}=12855504354071922204335696738729300820177623950262342682411008$ ، $2^{204}=25711008708143844408671393477458601640355247900524685364822016$ ، $2^{205}=51422017416287688817342786954917203280710495801049370729644032$ ، $2^{206}=102844034832575377634685573909834406561420991602098741459288064$ ، $2^{207}=205688069665150755269371147819668813122841983204197482918576128$ ، $2^{208}=411376139330301510538742295639337626245683966408394965837152256$ ، $2^{209}=822752278660603021077484591278675252491367932816789931674304512$ ، $2^{210}=1645504557321206042154969182557350504982735865633579863348609024$ ، $2^{211}=3291009114642412084309938365114701009965471731267159726697218048$ ، $2^{212}=6582018229284824168619876730229402019930943462534319453394436096$ ، $2^{213}=13164036458569648337239753460458804039861886925068638906788872192$ ، $2^{214}=26328072917139296674479506920917608079723773850137277813577744384$ ، $2^{215}=52656145834278593348959013841835216159447547700274555627155488768$ ، $2^{216}=105312291668557186697918027683670432318895095400549111254310977536$ ، $2^{217}=210624583337114373395836055367340864637790190801098222508621955072$ ، $2^{218}=421249166674228746791672110734681729275580381602196445017243910144$ ، $2^{219}=842498333348457493583344221469363458551160763204392890034487820288$ ، $2^{220}=1684996666696914987166688442938726917102321526408785780068975640576$ ، $2^{221}=3369993333393829974333376885877453834204643052817571560137951281152$ ، $2^{222}=6739986666787659948666753771754907668409286105635143120275902562304$ ، $2^{223}=13479973333575319897333507543509815336818572211270286240551805124608$ ، $2^{224}=26959946667150639794667015087019630673637144422540572481103610249216$ ، $2^{225}=53919893334301279589334030174039261347274288845081144962207220498432$ ، $2^{226}=107839786668602559178668060348078522694548577690162289924414440996864$ ، $2^{227}=215679573337205118357336120696157045389097155380324579848828881993728$ ، $2^{228}=431359146674410236714672241392314090778194310760649159697657763987456$ ، $2^{229}=862718293348820473429344482784628181556388621521298319395315527974912$ ، $2^{230}=1725436586697640946858688965569256363112777243042596638790631055949824$ ، $2^{231}=3450873173395281893717377931138512726225554486085193277581262111899648$ ، $2^{232}=6901746346790563787434755862277025452451108972170386555162524223799296$ ، $2^{233}=13803492693581127574869511724554050904902217944340773110325048447598592$ ، $2^{234}=27606985387162255149739023449108101809804435888681546220650096895197184$ ، $2^{235}=55213970774324510299478046898216203619608871777363092441300193790394368$ ، $2^{236}=110427941548649020598956093796432407239217743554726184882600387580788736$ ، $2^{237}=220855883097298041197912187592864814478435487109452369765200775161577472$ ، $2^{238}=441711766194596082395824375185729628956870974218904739530401550323154944$ ، $2^{239}=883423532389192164791648750371459257913741948437809479060803100646309888$ ، $2^{240}=1766847064778384329583297500742918515827483896875618958121606201292619776$ ، $2^{241}=3533$

١١ - ٨ أنواع خاصة من التوارث

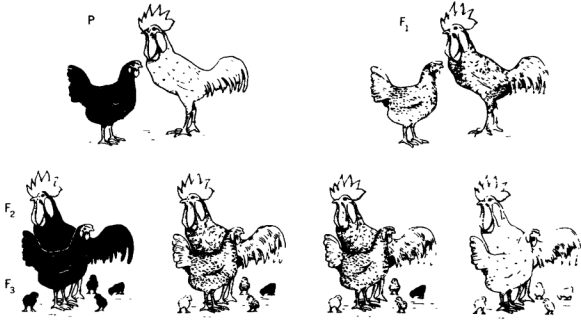
بالإضافة إلى النوع البسيط من الوراثة المنديلية التي تم وصفها من قبل ، اكتشفت أنواع أخرى خاصة من توارث الصفات ذات طبيعة معقدة ، وتتضمن التفاعل بين إثنين أو أكثر من العوامل .

لقد وجد مثلا أن شكل العرف يختلف في سلالات عديدة من الدجاج المنزل ، ولكن كل عرف يتوارث حقيقيا بدون أى تغيير بين أفراد السلالة المحددة (شكل ١١ - ٩) . فالإندوت له عرف منخفض منتظم وردى مزود بعلامات ، بينما عرف البراهما ضيق مرتفع له ثلاثة حيود تشبه البازلاء . وللجهون وآخريين عرف منتصب ليس به حيود (مفرد) ويشبه النصل . عندما يتزاوج دجاج له أعراف وردية أو بازلائية (وهى صفة سائدة) مع دجاج له أعراف مفردة فإن النسبة في الجيل الثانى F_2 تكون ٣ وردية (أو بازلائية) : ١ مفرد . وحينما يتم التزاوج بين دجاج له أعراف وردية مع آخر له أعراف بازلائية فإن أفراد الجيل الأول F_1 تكون أعرافه جوزية (تشبه نصف ثمرة الجوز) . وتكون أفراد الجيل الثانى F_2 بالنسب التالية ؛ ٩ جوزية : ٣ وردية : ٣ بازلائية : ١ مفرد (شكل ١١ - ١٠) وتختلف هذه النتائج عنها في التهجين الثنائى العادى ، حيث أن أفراد الجيل الأول F_1 لا تشبه أيا من الأبوين كما أنه يظهر نوعان جديديان في الجيل الثانى F_2 . وهذه حالة تفاعل بين العوامل في عملية تزاوج تتضمن زوجين من العوامل تؤثر على تركيب واحد وهو العرف . ولو رمزنا للجين السائد للعرف الوردى بالحرف R وعامله المضاد (أليله) بالحرف r و للعرف البازلأى بالأحرف P و p على التوالى فإن النتائج ستكون كالتالى :

العرف المفرد ينتج عن زوجين من العوامل المتنحية (rrpp) ، والعرف الوردى يحتوى على جين أو إثنين من R السائد ، وجينات متنحية فقط من P- ويحتوى العرف البازلأى على جين أو إثنين من P- السائد ، وجينات متنحية من r ويحتوى العرف الجوزى على جين واحد من R وجين واحد من P على الأقل (شكل ١١ - ١٠) .

جدول ١١ - ٢ : تحليل نتاج الجيل الثانى F_2 للتزاوج الثنائى

الحالات الظاهرية			
١ أبيض أبيض	٣ أبيض عش	٣ أسود أبيض	٩ أسود أبيض
الحالات الجينية			
1-pprr	1-ppRR	1-PPrR	1-PPRR
	2-ppRr	2-Pprr	2-PPRr
			2-PpRR
			4-PpRr

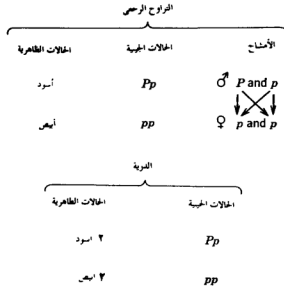


شكل ١١ - ٥ : نموذج لوارث السيادة: الغير تامة في الدجاج الأندلسي . الدجاج الأزرق منقط بكثافة محمور عن (Hesse - Doflein) .

ومن أمثلة العوامل المزدوجة المتحورة ما يحدث في لون صوف الخنزير ، حيث أن العاملين ضروريان لوجود اللون الكامل للحيوان (الأحمر) ، وعند وجود عامل واحد فقط فإن لون الحيوان يكون غير تام (رملي) ، وعند غياب العاملين تنتج حيوانات عديمة اللون (بيضاء) .

١١ - ٩ العوامل الجمعية

بعض الصفات هي نتاج إثنين أو أكثر من الجينات التي تعمل بطريقة جمعية . من الأمثلة الجيدة على ذلك لون الجلد في الإنسان . فمممكن أن تكون ثلاثة أو أربعة أزواج من الجينات هي التي تتدخل في لون جلد الإنسان . ولكن للتبسيط يمكن الافتراض أن اللون الأسود للجلد يحدده جينان B و B' ، وعلى ذلك فإن أى شخص داكن السواد تكون حالته الجينية للون الجلد هي BB BB' ، وتكون الحالة الجينية للون الجلد الفاتح bb bb' ، وعندما يتم التزاوج بين هذه الأفراد فإن الذرية الناتجة يكون لونها بنى متوسط B' B b b' (شكل ١١ - ١١) . وحين يتم التزاوج بين فردين لهما الحالة الجينية الأخيرة فإن الذرية الناتجة سوف توزع فيما بينها ضواد (أليلات) اللون الأسود كما هو موضح في رقعة الشطرنج . فمن بين ١٦ طفلاً يكون المتوقع أن يوجد طفل واحد جلده أسود داكن (أربعة ضواد سائدة BB BB') ، وأربعة جلدها بنى داكن (٣ سائدة) ، و ٦ جلدها بنى متوسط (٢ سائدة) ، و ٤ جلدها بنى فاتح (واحد سائد) ، وواحد جلده فاتح جداً (بدون ضواد



شكل ١١ - ٦ : وراثة التزاوج الرجعي

سائدة ، bb ، $b'b$.

إن أحفاد الأفارقة الأوائل الذين جلبوا إلى أمريكا قد تاسلوا مع المجموعات الأوروبية (أو سلالات أخرى فاتحة اللون) حتى أن التجمعات السوداء المعاصرة تضم بينها كل الدرجات الممكنة من لون الجلد . وعلى ذلك فإن الآباء الذين هم جلد فاتح يمكنهم إنتاج أطفال ذوي جلد أسود داكن أو العكس .

١١ - ١٠ العوامل المميّة

تحمل أنواع مختلفة من النباتات والحيوانات عوامل مميّة ، عندما توجد في حالة متخالفة العوامل فإنها توقف النمو في بعض المراحل ويموت الفرد . ويمكن الاستدلال على وجود هذه العوامل بوجود نسبة شاذة من الذرية . ومن الحالات الواضحة حالة السلالة الصفراء من الفئران المنزلية ، موس موسكيولوس إذا تم التزاوج بين فأر أصفر وآخر ليس أصفر اللون فإن نصف الصغار الناتجة تكون صفراء اللون والنصف الآخر غير صفراء ، وهي النسبة المتوقعة من تزاوج حيوان مختلف العوامل (أصفر) مع آخر متخالف العوامل متتحي (غير أصفر مثل الأبقار) ، ولكن حين يتم التزاوج بين فأرين لونهما أصفر فإن النسبة بين الصغار تكون : ٢ أصفر اللون : ١ غير أصفر وهي ليست النسبة المتوقعة التي هي كالتالي : ١ أصفر نقي : ٢ أصفر مختلف العوامل : ١ غير أصفر - ولكن الأفراد متخالفة العوامل الصفراء تموت وهي في طور التكوين الجنيني . وقد عرفت عوامل مميّة أخرى في ذبابة الفاكهة ، دروسوفيل ، والماشية ، والأغنام ، والخنزير ، والحصان . وبعض العيوب في الإنسان يعتقد أنها تنتج عن مثل هذه العوامل .

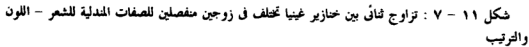
١١ - ١١ الضواد المضاعفة

تحتوى كل الأمثلة التى نوقشت من قبل أزواجا من العوامل المتبادلة، ولكن فى كثير من الأحوال الأخرى يؤثر أكثر من عاملين من العوامل المتبادلة على تكوين نفس الصفة، وتسمى هذه بالضواد المضاعفة. فمثلا فى الأرنب المنزلى، يوجد بين الألوان المختلفة اللون العادى « البرى »، والألبينو الكامل ذو الفراء الأبيض والعيون القرمزية وألبينو الهيمالايا ذو العيون القرمزية والفراء الأبيض فيما عدا الأذنين والأنف والأقدام حيث توجد أماكن سوداء أو بنية داكنة. ويمثل الألبينو متحى بسيط بالنسبة للنوع البرى. كما يعتبر البينو الهيمالايا متحيا للنوع البرى. عند تزاوج ألبينو الهيمالايا والألبينو النقى، فإن كل أفراد الجيل الأول F_1 تكون جميعها من البينو الهيمالايا، أما أفراد الجيل الثانى F_2 تكون ٣ ألبينو هيمالايا : ١ ألبينو نقى، أى أنه ليس هناك إرتدادا للنوع البرى. ويتضح أن ألبينو الهيمالايا والألبينو هما ضواد لبعضهما وضواد للون البرى. وهناك حالات معروفة أخرى للضواد المضاعفة مثل لون فراء الفئران، وخنازير غينيا، والجرذان. ولقد وجد فى ذبابة الدروسوفيل أن هناك ١٤ من الضواد على الأقل للون العين الذى يختلف من الأبيض والعاجى مارا باللون اللحمى والمشمشى إلى اللون الأحمر البرى. وتعرف مجموعات عديدة فى النباتات وخاصة فى نبات أنف الثور (عش الذنب) والأذرة. لا يمكن وحود أكثر من اثنين من ضواد أى مجموعة فى أى فرد. وتمثل مجموعات الدم فى الإنسان ضوادا مضاعفا (فقرة ٥ - ٨).

١٢ - ١١ توريث الجنس

ليس لأى من العوامل التى ذكرت سابقا أية علاقة بالجنس، فقد يحمل الذكر أو الأنثى عاملا ما ويحمل الأب الآخر البديل لهذا العامل، ويختلف الوضع بالنسبة لبعض الصفات الأخرى ومن بينها الجنس نفسه. ففي ذكور الحيوانات، تحتوى الخلايا البدنية وكذا أمهات المنى على زوج من الكروموزومات المتماثلة، أحدهما أصغر من الآخر، وفى بعض الأحيان يختلفان فى الشكل أو هذان الكروموزومان هما كورموسوما الجنس، أكبرهما هو كروموزوم X والآخر كروموزوم Y، وفى بعض الأنواع يخفى الأخير، يوجد بالأنثى زوج من كروموزومات X. وعلى ذلك يمكن الإشارة إلى الذكر ب XY (أو XO) وإلى الأنثى ب XX. وتسمى الأزواج الأخرى من الكروموزومات بالكروموزومات الجثائية.

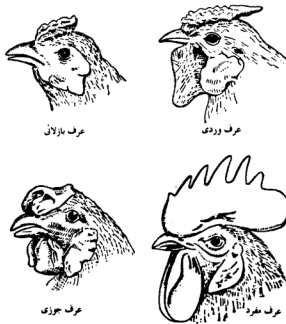
تحتوى الخلايا فى الإنسان، فيما عدا الأمشاج، على ٤٦ كروموزوما، كروموزومان للجنس و ٢٢ زوجا من الكروموزومات الجثائية المتماثلة (شكل ١١ - ١٢). أثناء فترة النضوج فإن كروموزومات الجنس تنعزل عفويا مثلها مثل الكروموزومات الأخرى، وبذلك تحتوى البويضة على ٢٢ كروموزوما جثائيا وكروموزوم X. ويحتوى الحيوان المنوى على ٢٢ من الكروموزومات الجثائية والكروموزوم X أو Y ولو استخدم الرمز A لتمثيل المجموعة الفردية الواحدة من الكروموزومات الجثائية فإن توارث الجنس فى الإنسان يمكن أن يمثل تخطيطا كما فى شكل



قبل أن تكتشف الكروموزومات الجنسية كان هناك العديد من النظريات المتكررة لتفسير الجنس. وقد تمت عدة محاولات بكثير من الخطأ للتحكم في جنس النسل وخاصة في الحيوانات المستأنسة والإنسان، ولكن لم يظهر لأى منها حتى الآن أية فاعلية. ولقد وجد أن تغيير الظروف البيئية لبعض الضفادع واللافقاريات يؤثر على نسبة الجنس، وهى نسبة الذكور إلى الإناث بين النسل الناتج. ولقد تم التعرف على بعض الحالات الشاذة بالنسبة للجنس، فأحياناً تكون أفراد ذبابة الفاكهة،

P		
الأمشاج	الحالات الجينية	الحالات الظاهرية
PR	$PPRR$	أسود عتشن
pr	$pprr$	أبيض أملس
F ₁		
الأمشاج	الحالات الجينية	الحالات الظاهرية
PR, Pr	$PpRr$	أسود عتشن B gh

شكل ١١ - ٨ : التزاوج في التهجين التثاني



شكل ١١ - ٩ : صفات العرف في ذكور الدجاج (عن Punnett, Mendelism, the Macmillan)

والنحل وحشرات أخرى خنثوية المظهر ، حيث تظهر بعض أجزاء الجسم الصفات الذكرية والآخى الصفات الأنثوية . الأفراد الخنثى هى أفراد توقف النمو الجنسى فيها عند مرحلة وسط ويمكن أن تظهر صفات الجنسين . ولقد لوحظت هذه الظاهرة فى نوع معين من الفراشات تمت تربيته فى المعمل ، وأيضاً فى الخنازير . وتمثل ظاهرة إنعكاس الجنس ، أى أن يصبح الفرد الذى كان أصلاً ذكراً أنثى أو العكس ، حالة شائعة الإنتشار بين لا فقاريات معينة (الرخويات) ، ولكنها نادرة الوجود فى الفقاريات . وتنتج هذه الحالات الشاذة عادة عن عدم توازن الهرمونات أكثر من التأثير الوراثى المباشر .

١١ - ١٣ التوارث المرتبط بالجنس

لقد وجد أن الكروموزوم X يحمل جينات لصفات مرتبطة بالجنس وعلى ذلك فإن توارث هذه الصفات يكون مرتبط بتحديد الجنس . ففى ذبابة الفاكهة ، دروسفيللا ، حيث يعتمد لون العين على وجود بعض الجينات المرتبطة بالجنس (شكل ١١ - ١٤) ، يكون لون العين الحمراء العادية سائداً على اللون الأبيض . حين تتزاوج أنثى ذات عيون حمراء متماثلة العوامل مع ذكر أبيض العين ، فإن الجيل الأول F_1 كله يكون له عيون حمراء . وحين يتم التزاوج بين أفراد الجيل الأول ، فإن الجيل الثانى F_2 يعطى أفراداً بنسبة : ٢ أنثى حمراء العين : ١ ذكر أحمر العين : ١ ذكر أبيض العين . ولو إستخدمنا الرموز X_R ، X_r لتمثيل الجينات للعيون الحمراء والعيون البيضاء على التوالى فإن ناتج عملية التزاوج يمكن تمثيلها كما فى شكل ١١ - ١٥ . فى جيل الآباء تحمل كل بيضة ناضجة الكروموزوم X مع جين للعيون الحمراء ، ولكن نصف الحيوانات المنوية يحمل الكروموزوم X مع جين للعيون البيضاء ، ويحتوى النصف الآخر على الكروموزوم Y الذى لا يحمل أى جينات للون العين . فى الجيل الأول F_1 يتكون نوعان من البيض تحمل جينات إما العيون حمراء أو العيون بيضاء . أما الحيوانات المنوية فإن نصفها يحمل جينا (على الكروموزوم X) للعين الحمراء والنصف جلول ١١ - ٣ : توارث رؤية الألوان (التمييز بين الأحمر والأخضر) فى الإنسان يحمل جين هذا العامل ، المرتبط بالجنس على الكروموزوم X . عمى الألوان (X) صفة متنحية للرؤية العادية (X) . الأنثى متحفة العوامل حاملة للمرض لها إبطار عادى .

→ الآباء ↓	الأمشاج ↓	♂ ذكر أمسى الوان			
		XY ♂ ذكر عادي		XY ♂ ذكر أمسى الوان	
		X	Y	X	Y
الأطفال					
♀ أنثى عادية XX	X	XX ♀ أنثى عادية	XY ♂ ذكر عادي	XX ♀ أنثى حاملة للمرض	XY ♂ ذكر عادي
	X	XX ♀ أنثى عادية	XY ♂ ذكر عادي	XX ♀ أنثى حاملة المرض	XY ♂ ذكر عادي
♀ أنثى حاملة للمرض XX	X	XX ♀ أنثى حاملة للمرض	XY ♂ ذكر عادي	XX ♀ أنثى حاملة للمرض	XY ♂ ذكر عادي
	X	XX ♀ أنثى حاملة للمرض	XY ♂ ذكر عادي	XX ♀ أنثى حاملة للمرض	XY ♂ ذكر عادي
♂ أنثى عمياء الوان XX	X	XX ♀ أنثى عمياء الوان	XY ♂ ذكر عادي	XX ♀ أنثى عمياء الوان	XY ♂ ذكر عادي
	X	XX ♀ أنثى عمياء الوان	XY ♂ ذكر عادي	XX ♀ أنثى عمياء الوان	XY ♂ ذكر عادي

الآخر ليس به جينات للون العين (الكروموزوم Y) . وعلى ذلك فيمكن أن تتكون ٤ أنواع من الرجبونات . في الجيل الثاني F_2 يكون نصف الإناث متاثل العوامل للون العين الأحمر والنصف الآخر مختلف العوامل . أما الذكور فتكون متساوية العدد بالنسبة للون العين الأحمر والأبيض .

يتم الحصول على نتيجة مختلفة من التزاوج العكسي أو المتبادل بين أنثى بيضاء العين متاثلة العوامل وذكر أحمر العين . في الجيل الأول F_1 تكون الذكور بيضاء العين والإناث حمراء العين . وفي الجيل الثاني F_2 تكون الأفراد متساوية العدد تقريبا من إناث حمراء العين ، وإناث بيضاء العين ، وذكور حمراء العين ، وذكور بيضاء العين (شكل ١١ - ١٦) .

في حشرة الدروسوفيلا وجد حوالى ١٥٠ جينا مرتبطة بالجنس (شكل ١١ - ١٨ ، كروموزوم ١) ، ولقد عرف الكثير من الصفات المرتبطة بالجنس في الحيوانات الأخرى وفي الإنسان ومن الأمثلة الشائعة الريش المخطط في الدجاج ، وعمى الألوان من الأحمر إلى الأخضر في الإنسان (جدول ١١ - ٣) .

P		F ₁		F ₂			
الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأشباح	الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأشباح ↓	RP	Rp	rP	rp
RRpp العرف الوردي	Rp	RrPp العرف الجوزي	RP	RRPP العرف الجوزي	RRPp العرف الجوزي	RrPP العرف الجوزي	RrPp العرف الجوزي
			Rp	RRPp العرف الجوزي	RRpp العرف الوردي	RrPp العرف الجوزي	Rrpp العرف الوردي
rrPP العرف البازلي	rP		rP	RrPP العرف الجوزي	RrPp العرف الجوزي	rrPP العرف البازلي	rrPp العرف البازلي
			rp	RrPp العرف الجوزي	Rrpp العرف الوردي	rrPp العرف البازلي	rrpp العرف المفرد

شكل ١١ - ١٠ : توارث صفات العرف في الدجاج

١١ - ١٤ الإرتباط

لقد وضع في الأمثلة التي نوقشت ظاهرة التوزيع الحر (القانون الثاني لمندل) كما وصفت بعض نماذج من التوارث المرتبط بالجنس . تميل صفات أخرى كثيرة للحيوانات أن تتوارث معا . وقد وجد أن عدد أزواج العوامل المتعدلية الموجودة في أى حيوان يفوق كثيرا عدد أزواج الكروموزومات الموجودة في هذا الحيوان ، وعلى ذلك فلا بد لكل كروموزوم من أن يحمل جينات عديدة . ويقال عن الصفات التي تميل إلى أن تتوارث معا بأنها مرتبطة . ولقد أوضحت دراسة علاقات الإرتباط في الحيوانات والنباتات المختلفة بأن الجينات توجد في مجموعات إرتباط ، وأن جينات كل مجموعة تكون

مع بعضها البعض بدرجات متفاوتة ، بينما يوجد تنسيق أو اتصال مستقل بين زوج من الجينات في

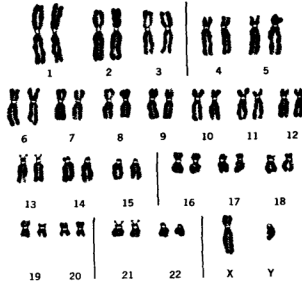
الأب		الجد الأول		الجد الثاني			
الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأنساج	الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأنساج	BB'	Bb'	bB'	bb'
$bbb'b'$ أبيض	bb'	$BbB'b'$ مورق	BB'	4	3	3	2
			Bb'	3	2	2	1
			bB'	3	2	2	1
			bb'	2	1	1	0
$BBB'B'$ ذهبي	BB'						

شكل ١١ - ١١ : توارث لون الجلد في الإنسان . تدل الأرقام الموجودة على لوحة الشطرنج على أعداد الجينات للون الأسود في كل فرد .

مجموعة لإرتباط مع أزواج في مجموعات إتصال أخرى . عندما تم التعرف على علاقات الإرتباط لجينات كثيرة في نوع ما ، فقد وجد أن هناك عددا من مجموعات الجينات المرتبطة مشابها لعدد أزواج الكروموزومات . ففي الدروسوفيلاميلانوجاستر وجدت عدة مئات من الجينات المرتبطة ، كما وجدت أربعة مجموعات لإرتباط (٣ كبيرة ، ١ صغيرة) وأربعة أزواج من الكروموزومات (٣ طويلة ، ١ قصير) . وتحتوي ذبابة دروسوفيلابليستوني على ٣ مجموعات لإرتباط وعلى ٣ أزواج من الكروموزومات ، وتحتوي ذبابة دروسوفيلافيريليس على ٦ من كل نوع . وبين النباتات توجد ١٠ من كل نوع في نبات الليرة و ٧ من كل نوع في البازلاء . هذا البيان له أهمية أنه يوضح أن الجينات تحتويها الكروموزومات .

١١ - ١٥ العبور (عبور العوامل)

حين تتواجد جينات صفتين في كروموزوم واحد ، ويظل هذا الكروموزوم صحيحا خلال عملية التوارث ، فإن إرتباط هذه الجينات سوف يكون كاملاً ، حيث تتواجد الصفتان دائماً معا ، ولكن ليس هذا هو الحال دائماً (شكل ١١ - ١٧) إذ تنفصل الصفتان في عدد معين من الحالات ، وتختلف النسبة المئوية لهذا الانفصال باختلاف الصفات ولكنها تكون ثابتة بين كل صفتين محددتين . فمثلا تمثل الأذن القصيرة واللون الخفيف للفراء في الفئران صفتان مرتبطتان في أكثر من ٩٩٪ من الأفراد . تقل هذه النسبة مع صفات أخرى . والكروموزومات التي تتبادل أجزاء فيما بينها تكون قد



شكل ١١ - ١٢ : كروموزومات الإنسان مصنفة تبعاً للحجم ، وموضح الجزئ المركزي (الحلقة البيضاء ، ووجود الأنياب . الكروموزومات الجثائية (١ - ٢٢) والكروموزومات الجنسية (X,Y) . كل كروموزوم يظهر مضاعفا نتيجة لمعاملته بمادة الكولثيسين . (المرحلة الإنتقالية المضاعفة في الذكر ، درجة التكبير ٢٦٠٠) . (Tjio and Puch, 1958, Proc. Natl. Acad. Sci) .

أجرت عبوراً ويمكن التعرف على الأجزاء الداخلة في هذه العملية بواسطة الجينات التي تميزها . أثناء عملية الإنقسام الإختزالي تقترب الكروموزومات المكونة للزوج المتماثل من بعضها بدرجة كبيرة وتتصل عند مناطق تعرف بنقاط الإشتباك ، وعادة تنفصل هذه الكروموزومات بعد ذلك بدون أن تتبادل أى مواد فيما بينها ، ولكن أحيانا تتبادل أجزاء متماثلة فيما بينها وتمثل هذه الظاهرة الأساس المادى لظاهرة العبور .

حينما تكون جينات الكروموزوم مرتبة ترتيباً طولياً فإن إثنين منها تكون موجودة على مسافة متباعدة سوف ترتبط خلال عملية تبادل تتم عند أى نقطة بينهما ، بينما لو كانت هذه الجينات متلاصقة فإن فرصة حدوث عملية العبور سوف تكون أقل . بافتراض أن نسبة العبور تمثل المسافة النسبية بين الجينات في الكروموزوم فقد قام مورجان ومساعدوه بتصميم ما يعرف « بالخرائط الكروموزومية » للجينات المعروفة في كل مجموعة إرتباط في ذبابة الدروسوفيل . في التزاوج الذى يتضمن أى صفتين مرتبطتين فإن ١٪ عبور تؤخذ على أنها وحدة المسافة بين جينتين هاتين الصفتين .

الصفات الثلاث للون الجسم الأصفر ، والعيون البيضاء ، والعيون الياقوتية في ذبابة الدروسوفيل تكون جميعها مرتبطة بالجنس وعلى ذلك فإنها تكون مرتبطة بالكروموزوم ١ (X) . عند تزاوج ذبابة

صفراء الجسم. وأخرى بيضاء العين ، فإن العبور يحدث بنسبة $\frac{1}{4}$ ٪١ من الأفراد ، وعند تزاوج ذبابة بيضاء العين مع أخرى ياقوتية العين فإن النسبة تكون ٪٦ ، وعند تزاوج ذبابة صفراء الجسم مع أخرى ياقوتية العين فإن النسبة تكون $\frac{1}{4}$ ٪٧ . ويكون التابع بالنسبة للجينات : أصفر - أبيض - ياقوتى . وتكون بنسبة $\frac{1}{4}$ وحدة للمسافة بين الجينين للون الجسم الأصفر والعيون البيضاء ، و ٦ وحدات للمسافة بين الجينين للون العيون البيضاء والعيون الياقوتية ($\frac{1}{4}$ ١ + ٦ = $\frac{1}{4}$ ٧) . كثير من عمليات التزاوج بين الصفات المرتبطة المختلفة قد زودت بمعلومات لبناء الخرائط الكروموزومية (شكل ١١ - ١٨) .

١١ - ١٦ الكروموزومات العملاقة

تحتوى الغدد اللعابية لذبابة الدروسوفيلا وكذلك أنواع أخرى من الذباب على كروموزومات تبدو ضخمة نسبيا . وتوجد هذه الكروموزومات فى أزواج متائلة ، وحين تصبغ فإنها تظهر العديد من الأقراص العرضية المعتمة ، بعضها متسع والآخر ضيق (شكل ١١ - ١٩) . وتعطى الأقراص دلائل عن مواقع الجينات كما هو الحال فى ظاهرة النقص الكروموزومى ، حيث اختفت إحدى الصفات من سلالة من ذباب دروسوفيلا فى المعمل ، فقد اختفى جزء من أحد الكروموزومات فى نفس المكان الذى يوجد فيه جين هذه الصفة على الخريطة الكروموزومية ، أو أن جزءا من أحد الكروموزومات قد أصبح مقلوبا فيتنتج عنه إنعكاس موضعى فى تابع الأقراص فيسبب صعوبة فى عملية الإزدواج . وهذا يمثل دليلا هاما لإرتباط الجينات بالكروموزومات .

١١ - ١٧ الطفرات

على فترات ، ظهرت فى نسل الحيوانات والنباتات صفات جديدة ، حين تم إختيارها أثبتت أنها تورث . وتسمى هذه الصفات الجديدة بالتنوع الجرثومى أو الطفرات ، وتنتج عن بعض التغيرات فى الجينات المسببة لهذه الصفات . ويشير تاريخ علم الوراثة إلى أن أول حالة تم إكتشافها كانت ظهور مفاجيء لأفراد ذات عيون بيضاء فى مزرعة نقية للدروسوفيلا حمراء العيون . حين تاسلت الأفراد ذوو العيون البيضاء ثبت أن هذه الصفة تورث ، وحيث أنها تابعت فى الأجيال التالية فقد استنتج أن التغير أصبح دائما . وقد لوحظ وجود أكثر من ألف طفرة فى الدروسوفيلا (شكل ١١ - ٢٠) ، كما توجد طفرات عديدة فى الحيوانات الأخرى والنباتات . معظم الطفرات فى الدروسوفيلا والحيوانات الأخرى هى صفات شاذة ، وعيوب متنتجة ، أو مميثة لا يكتب لها الإستمرار فى الطبيعة . ولكن بعض الطفرات المميزة بين الحيوانات المستأنسة والنباتات أمكن المحافظة عليها بواسطة التربية الإنتخابية . ومن هذه الأمثلة الماشية عديمة القرون والأغنام قصيرة الأرجل (أتكون) ، والكلب الألمانى قصير الأرجل ، والكلب السلوق طويل الأرجل . ويختلف معدل الطفرات اختلافا كبيرا فى الأنواع المختلفة من الحيوانات وكذلك بالنسبة للجينات المختلفة ، وقد دلت الإحصائيات الحديثة على أنه تحدث طفرة واحدة فى كل ١٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠ إنقسام خلوى .

حيث من الآباء		الذرية	
الجنس	الحالات الجينية	الجنس	الحالات الجينية
ذكر	$2A + XY$	أنثى	$2A + XX$
أنثى	$2A + XX$	ذكر	$2A + XY$

شكل ١١ - ١٣ : وراثة الجنس في الإنسان

معظم جينات الطفرات تكون متنحية ولكن ظهر بعض منها وكان سائداً .

عرفت الطفرات الطبيعية التلقائية مبكراً ، ثم وجد أن بعض المواد الكيميائية وأنواع من الإشعاع تسبب في وجود الطفرات بمعدلات مرتفعة . وقد وجد أن غاز الخردل يسبب الطفرة ، كما تسبب مادة الكولشيسين مضاعفة مجموعات الكروموزومات (تضاعف كروموزومى أو صبغى) في النباتات . تعريض ذبابة الدروسوفيلا ونباتات الذرة والشعير لأشعة إكس يزيد معدل تكوين الطفرة مائتى مرة في بعض الحالات متناسباً مع الجرعة المستخدمة . ولقد ثبت أن هذه الطفرات تورث مثل الطفرات الطبيعية ، ولكن معظمها ممت .

بسبب التوسع في استخدام الإشعاعات ذات التردد المرتفع وتعرض الناس لها ، أصبح للطفرات المستحثة أهمية خاصة . ومن ثم أصبح فينوا أشعة إكس ، والعاملون في حقول الطاقة الذرية ، وآخرون مهدين بالإنتلاف الوراثى ، وذلك لأن تأثيرات الإشعاع تراكمية ، فالتعرض المستمر لكميات صغيرة على مدى عدة أعوام يمكن أن يكون تأثيرها خطيراً على الفرد كما لو كان قد استقبل نفس الجرعات في دقائق قليلة . يمكن أن تختفى الطفرات التى تنشأ عن الإشعاع في أجيال متعددة لأنها عادة تحتجب بواسطة الضواد السائدة ، ولكنها تظهر فقط في الحالة المتنحية متاثلة العوامل . يزداد المعدل العام للفألية الإشعاعية في العالم مع العمر الذرى . هذا الوضع المتورط إجتماعياً ويولوجياً نادراً ما يمكن إدراكه ، ولكن العالم يحتاج للمعرفة بشدة .

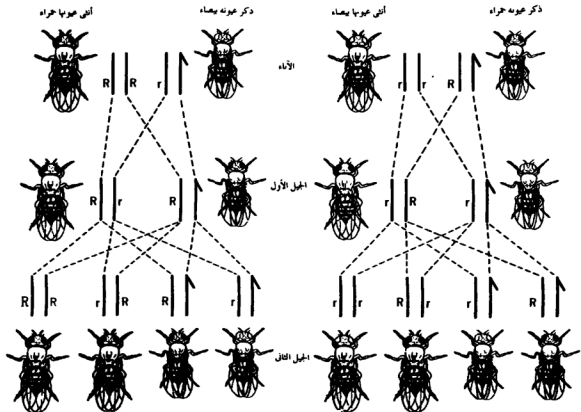
١١ - ١٨ نظرية الجين

لقد استطاع مورجان T.H. Morgan أن يلخص شواهد الصفات ، والجينات ، والكروموزومات ، والإرتباط في نظريته عن الجين (مطبعة جامعة يال) في أن : (١) صفات الفرد تعزى إلى وجود أزواج من الجينات في المادة الجروثومية وترتبط بعضها في عدد محدد من مجموعات الإرتباط ، (٢) عند تكوين الأمشاج ينفصل كل زوج من الجينات (القانون الأول لمندل) بحيث تحتوى كل مشيجة على مجموعة واحدة فقط ، (٣) تترتب الجينات في مجموعات الإرتباط المختلفة عفويًا (القانون الثانى لمندل)، (٤) يحدث تبادل منتظم أو عبور في أوقات ما بين الجينات الموجودة في مجموعات الإرتباط المتناظرة (المتاثلة) ، و (٥) يدل تردد العبور على أن الجينات مرتبة في خط في

كل مجموعة لإرتباط ويدل أيضا على المكان النسبي للجينات بالنسبة لبعضها البعض .

يمكن الإستدلال على وجود جين معين عن طريق بعض المميزات الظاهرية التي تتكون في كائن ما . ومع ذلك فقد دلت الأساليب الحديثة على وجود العديد من الجينات بعد أن كان المعتقد هو وجود جين واحد فقط . ولقد أصبح السؤال « ماهو الجين ؟ » أحد الأسئلة التي تحدد إلى أى درجة أو عند أى مستوى يمكن استخدام اللفظ . والاتجاه الحالى هو استخدام لفظ الجين لوحدة DNA التي تكون سلسلة عديدة الببتيدات . لكل جين وظيفة واحدة ، ولكن الجينات العديدة تعمل على تحديد تتابع الأحماض الأمينية في البروتين .

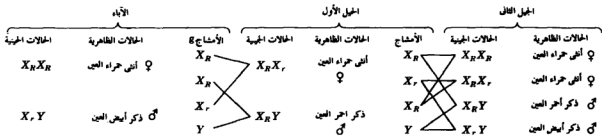
أصبحت الطريقة الدقيقة ، التي يتم عن طريقها عمل الجينات ، واضحة من خلال التجارب التي أجريت على العفن والفيروسات . وقد ساعد العفن ييروسورا ببعض المعلومات الواضحة في هذا المجال . ينمو النوع البرى من هذا الكائن في وسط بسيط يحتوى على مادة كربوهيدراتية (سكر) ، ومصدر للنيتروجين (غير عضوى) ، وبعض الأملاح غير العضوية ، وفيتامين البيوتين . يستطيع



شكل ١١ - ١٤ : تحديد الجنس والتوارث المرتبط بالجنس للون العين في ذبابة الدروسوفلا . تمثل كروموزومات الجنس بقضبان رأسية برموز (R, r) للجينات الخاصة بلون العين

العفن من هذا المخلوط البسيط أن يخلق ويكون جميع الأحماض الأمينية ، والفيتامينات ومركبات عضوية أخرى ضرورية لكي ينمو ، ويتكاثر . ولقد افترض بيدل وتاتوم أن الخطوات الأيضية المتعاقبة ، والخاصة بعمليات التخليق وتكوين هذه المواد ، تتحكم فيها مجموعة من الجينات ، وأنه إذا أدخلت طفرة أو أكثر في الجينات فإن متطلبات النمو الناجمة سوف تتغير . وقد عرض النوع البري من الترويسورا للإشعاع لكي تستحث الطفرات ، فأمكن للعفن أن ينمو على وسط « كامل » (الخميرة) ، ومستخلصات الشعير ، والكازين ، وأنواع مختلفة من الفيتامينات والأحماض الأمينية ... إلخ .) ولكن هذه السلالات المشعة (مطفرة) فشلت في النمو على الوسط البسيط . ثم أضيفت شيئاً فشيئاً الفيتامينات والأحماض الأمينية .. إلخ إلى هذا الوسط البسيط حتى وصل إلى تركيب كاف للنمو ، وفي وقت ما توصل الباحث إلى التعرف على عدة سلالات من العفن ، في كل واحد منها تم إيقاف أحد التفاعلات الكيميائية الحيوية ، وعند إضافة المادة التي تنتج عن هذا التفاعل (إلذي أوقف) ، فإن النمو يستمر طبيعياً .

يتم إثبات العلاقات المتكافئة البسيطة بين الجين والتفاعلات الكيميائية الحياتية عن طريق مادتين شاذتين في أبيض الفضلات . فحين يتم إخراج الحمض الأميني الفينيل ألانين ، الموجود في كثير من البروتينات ، فإنه يتحول بواسطة سلسلة من الإنزيمات إلى ثاني أوكسيد الكربون والماء . وهذا يحدث في الشخص العادي الذي يحتوي على الجينات A و P . إحدى مراحل هذا التحول هو مركب ألكابون . والشخص الذي يعاني من الحالة المعروفة بألكابونوريا (يحتوي فقط على الجينات المتحيزة aa) تخفى منه الإنزيمات الخاصة بأكسدة ألكابون (حامض هوموجنتستيك) ، وبذا يتم إخراج هذا المركب الوسط ، وبترك البول فترة تصبح لونه معتماً . وبعد ذلك ، يؤدي ترسيب مادة ألكابون إلى إعتام الغضروف الموجود في الأذن ، وفي العين (الصلبة) ، ثم في النهاية يؤدي إلى التهاب المفاصل . وفي حالات الفينيل كيتونوريا (pp) ، يتجمع الفينيل ألانين في الدم ، والسائل النخاعي الشوكي ، والبول (حيث يتم إخراج كحامض الفينيل بيروفيك) . ومثل هؤلاء الأشخاص عادة ما يكونوا ضعاف العقل كما يفتح لون شعرهم . ومع ذلك ، فإن الإكتشاف المبكر لهذه الحالة وتنظيم الغذاء يمكن أن يمنع الكثير من التخلف العقلي . وهذه الأمثلة واضحة لأن غياب



شكل ١١ - ١٥ : التوارث المرتبط بالجنس للون العين في الدروسوفلا . تزاوج بين أنثى متخالفة العوامل حراء العين وذكر أبيض العين

الجين السائد (D أو A) ينتج عنه فقدان كامل لإحدى مراحل الأيض الضرورية التي تؤثر على عمليات الجسم الأخرى. معظم النقص الكيميائي الحيائي في الأيض يمكن أن يكون كمياً وليس نوعياً، كما يملكه الجين، ومن هنا تأتي صعوبة التعرف عليه.

١١ - ١٩ الحامض النووي DNA والوراثة

مع أن التركيب الدقيق للجينات وطريقة عملها ما زالت مجهولة، فإن هناك دلائل كثيرة تبين أن المادة الداخلة في تنظيم العملية الوراثية هي الحامض النووي DNA (الفقرة ٢ - ٢٧). يستخدم تتابع القواعد في الحامض DNA كشفرة أو مستودع للمعلومات، يتم عن طريقها تحديد تتابع الأحماض الأمينية في الإنزيمات والبروتينات الأخرى الخاصة بالخلية. وبهذا يكون التركيب الجزيئي للجين هو المسئول عن المميزات الفسيولوجية والشكلية الخاصة بالفرد.

تبين الدراسات الكيميائية بأن كمية الحامض DNA في الأنوية الثنائية ثابتة في النوع الواحد وتحتوي الأنوية الأحادية للحيوان المنوي والبيض على نصف هذه الكمية. وتأتي الأدلة المقنعة على أن حامض DNA هو الذي يحمل المعلومات الوراثية من الدراسات التي تمت على البكتيريا والفيروسات. فقد وجد في تجارب التحول أن حامض DNA المستخلص من نوع أ من البكتيريا حين يضاف إلى أفراد من نوع ب من البكتيريا يتسبب في تحول أفراد كثيرة من النوع ب إلى الحالة الجينية للنوع أ. وقد وجد بالإضافة إلى ذلك أن الفيروس البكتيري والذي يتكون فقط من الحامض DNA والبروتين يمكن ترقيمه بواسطة مفتني مشع. يدخل الحامض DNA المرقم خلية البكتيريا ويصبح مسئولاً عن تكوين نواتج فيروسية تحتوي على حامض DNA والبروتين الخاصان بالفيروس.

من ذلك يظهر بوضوح أن كل خلية في جسم الحيوان تحصل على نفس المجموعة من الجينات، وبذلك يكون لكل خلية القدرة على تكوين كل البروتينات الخاصة بهذا الحيوان. ومع هذا، فليست لكل الخلايا القدرة على إنتاج كل البروتينات، فالخلايا المختلفة تنتج بروتينات مختلفة، والخلايا المتشابهة تنتج أيضاً بروتينات مختلفة في أوقات مختلفة. وعلى ذلك فلا بد من وجود ميكانيكية ما تعمل داخل الخلية وليست مسئولة فقط عن تشغيل وإيقاف الجينات ولكنها أيضاً تنظم كمية البروتين التي تنتجها هذه الجينات في أي وقت. وبمعنى آخر، هناك شيء يجب أن يعمل على منع أو حث تكوين البروتين.

تقترح النظرية الحديثة التي وضعها جاكوب ومونود ميكانيكية يتم بواسطتها المنع أو الحث على تخليق البروتين داخل الخلية على مستوى الجين. وهذه النظرية هي نظرية أوبيرون.

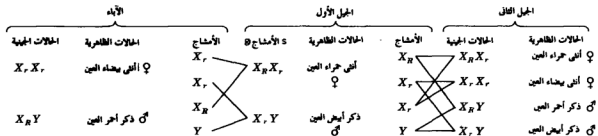
تقترح نظرية أوبيرون وجود نوعين خاصين من الجينات، الجينات المنظمة والجينات العاملة، بالإضافة إلى جينات البناء المسئولة عن التخليق العادي للبروتين ويفترض أن سلسلة الجينات البنائية التي تنتج البروتينات (الإنزيمات) اللازمة لأي وظيفة أيضية معينة تقع واحدة تلو الأخرى على

الكروموزوم ، ويفترض أن كل مجموعة تكون مرتبطة بجين عامل خاص . وهذا الجين العامل يجب أن يعمل عندما تكون جينات البناء المرتبطة به في حالة نشطة . وتسمى الوحدة المتكاملة المكونة من جينات البناء والجين العامل بالأويرون . ويمكن أن تكون الجينات المنظمة قريبة أو بعيدة عن الأويرون التي تنظمه . تقوم جينات التنظيم بإنتاج بروتينات خاصة تعمل بطريقتين على التحكم في إنتاج البروتين بواسطة جينات البناء

في حالة منع تكوين البروتين ، فإن البروتين الناتج بواسطة الجين المنظم يتفاعل مع المنتج الأخير لسلسلة الأيض التي تعمل بمساعدة الإنزيمات الناتجة بواسطة جينات البناء . ويعمل هذا المركب المعقد المتكون من المنظم والمنتج الأخير على منع الجين العامل من العمل على بناء البروتين . وبمعنى آخر ، فإن الجين العامل يتوقف عن العمل . ونتيجة لذلك تتوقف جينات البناء عن العمل وتتوقف عملية الأيض . ويستمر هذا المنع طالما أن المنتج الأخير يوجد بمستوى فوق مستوى معين يلزم لتكوين المركب المعقد . ولكن حين ينخفض المنتج الأخير تحت هذا المستوى المعين فإن المركب المعقد يختفي ، ويعود الجين العامل للعمل ثانية ، وتقوم جينات البناء مرة ثانية بتكوين الإنزيمات التي تعمل على تجديد عملية الأيض . وعندما يتكون المنتج الأخير مرة ثانية ، يتكون المركب المعقد ، وبذلك تتوقف الجينات عن العمل .

في عملية الحث على إنتاج البروتينات ، يمنع البروتين المتكون بواسطة الجين المنظم الجين العامل عن العمل وجينات البناء عن إنتاج الإنزيمات اللازمة للعمليات الأيضية . عندما تدخل المادة الأساسية للإنزيمات ، الناتجة عن جينات البناء ، في هذه العملية ، فإن المادة الأساسية تتحد مع بروتين الجين المنظم ، وهذا يوقف عملية منع الجين العامل ويسمح بتكوين الإنزيمات اللازمة للتفاعل ، وبذلك يستمر هذا التفاعل الذي سيستنفذ المادة الأساسية . وحين يحدث ذلك ، فإن عملية المنع سوف تعمل مرة ثانية على إيقاف إنتاج الإنزيمات .

يعمل هذا التفاعل بين الجين المنظم ، والجين العامل ، والمادة الأساسية ، وكذلك المنتج الأخير على توفير كثير من الطاقة للخلية وتمكن الخلية من تخليق الإنزيمات عند الحاجة فقط . وهذا هام لاستمرار الحياة حيث أن الخلية الواحدة لا يمكنها أن تقوم بتجهيز كل الإنزيمات والمنتجات الأخيرة ،



شكل ١١ - ١٦ : العوارث المرتبط بالجنس للون العين في الدروسوفلا . الأم (الأنثى) يهضاه العين

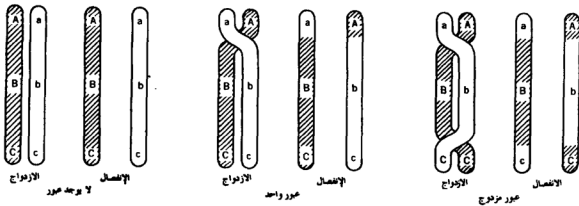
التي يمكن لمجموعتها المتكاملة من الجينات أن تقوم بانتاجها ، لو كانت كل الجينات نشطة في وقت واحد .

وقد استخلصت الاستنتاجات التي ذكرت عن تخليق البروتين من الدراسات التي أجريت على بعض لاقمات البكتريا والبكتريا ، وقد تأكد أنها تمثل ما يحدث في النباتات والحيوانات الراقية .

وعلى ذلك ، فالكائن الحي هو خليط مركب من المركبات الكيميائية يجري عليها تغيرات متتابعة ومنظمة تتحكم فيها الإنزيمات لكي تنتج الظاهرة التي تطلق عليها لفظ الحياة . والكائن الحي بسيط في تركيبه الأساسي ، ولكنه معقد في العمل ، يستمر بتدون أن يظهر عليه الكبر ، ولانتهائى في التنوع . والشئ الأكثر تأثيرا هو القاعدة ! إن الاتحاد البسيط بين أربع متغيرات يشكل شفرة وراثية أساسية لتكوين البروتينات الضرورية لبقاء كل المخلوقات الحية وتطورها (ملخص عن T.H.Jakes, 1963, Am. Scientist, vol. 51, P. 244)

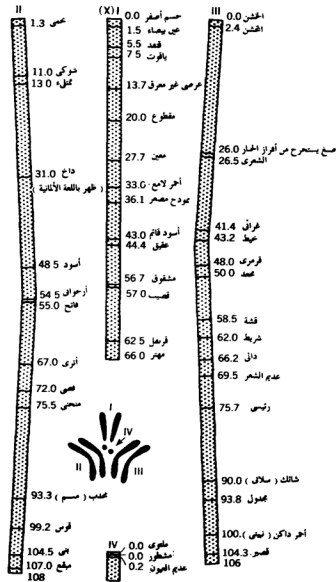
١١ - ٢٠ تعبير الحالة الظاهرية

لقد اختار مندل في دراسته لنبات البازلاء صفات متباينة بدرجة كبيرة ، وممكنه ذلك من اكتشاف القوانين الأساسية في علم الوراثة . ولقد اتضح في السنوات الأخيرة أن العلاقة البسيطة ، ١ : ١ بين الجين والصفة ، نادرة . كما اتضح أن الأكثر وجودا وربما بصفة عامة أن الجين يؤثر على عديد من الصفات ، كما أن العديد من الجينات يمكن أن تتفاعل مع بعضها لتؤثر في كل السمات التي تظهر في النباتات والحيوانات . وتسمى هذه الظاهرة بالليو ترويزم ، **Pleiotropism** . ومن خلال التفاعل بين الجينات فإن مجموع الجينات أو الجينوم التي تحدد الحالة الظاهرية . كما أن التفاعلات



شكل ١١ - ١٧ : رسومات تخطيطية لظاهرة العبور ، تبادل الجينات بين الكروموزومات المتماثلة .
A,a;B,b;C,c تمثل أزواجا من جينات الصواد في الكروموزومات المتماثلة التي تردوج أثناء الاشتباك . إلى اليسار . لا يوجد تغير في الوسط . عبور واحد . إلى اليمين . عبور مزدوج

الكيميائية الحياتية بين الجينات وبيان الصفات لا يحدث في فراغ . فهي تقع تحت ظروف فسيولوجية للفرد دائمة التغير وفي بيئة خارجية معرضة للتغير . وعلى ذلك فإنه يمكن أن يكون لشخص تركيب جيني تنتج عنه أيادي بيضاء ، ولكن نتيجة لعدم وجود مادة نياسين في فيتامين ب المركب في غذائه ، فإن حالة لون اليد تتغير بإضافة الصيغ . ومن أمثلة تأثير التغيرات البيئية على تعبير الصفة هو تأثير درجة الحرارة على لون الشعر في أرنب الهيمالايا . ففي منطقة الظهر التي تحددها العوامل



شكل ١١ - ١٨ : الخرائط الكروموزومية للدروسوفلا . رسم تخطيطي كروموزوم من كل زوج مع الأماكن النسية للبعض من الجينات العديدة التي حددت بواسطة دراسات الارتباط . تحدد الأرقام المسافة النسبية بين كل جين ونهاية الكروموزوم . الشكل الداخلى بين كروموزومات المتناسل .

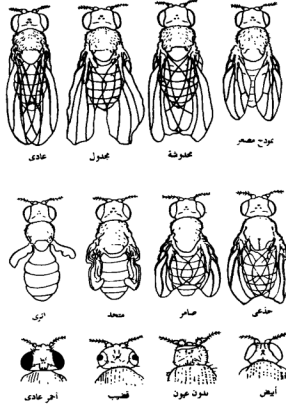


شكل ١١ - ١٩ : الكروموزومات المتعلقة من العدد العالية للدوسفلا (صورة فوتوغرافية مكبرة ٥٠٠ مرة) . كل كروموزوم مزدوج ويحوي على العديد من الأشرطة الغير منفصلة . الحرفان R,L يشيران إلى الأذرع اليسرى واليمنى للكروموزومات الأرقام كما في شكل ١١ - ١٨ (Courtesy of B.P.Kaufmann.)

الوراثية باللون الأبيض ، نزع الشعر من أحد الأرناب ثم وضع في حجرة باردة ، فوجد أن الشعر الحديد الذي غمى كان أسود اللون . والسؤال المطروح - من يلعب الدور الحاسم في تكوين الفرد ، الوراثة أو البيئة - أصبح بلا معنى ، حيث تتفاعل الالانتان معا في كل حالة لتحدد الحالة الظاهرية للفرد .

١١ - ٢١ زواج الأقارب وزواج الأبعاد

يسمى زواج الأفراد التي تربط بينها صلة قرابة بزواج الأقارب ، وهذا يمكن أن يتضمن زواج أخوة وأخوات ، أو درجات أقل من القرابة . وقد أمكن استنباط وتحسين كثير من سلالات الحيوانات المستأنسة والنباتات عن طريق زواج الأقارب . ولكن في العادة يتجنب الناس زواج الأقارب ، كالزواج بين أبناء العمومة ، خوفا من إنتاج أطفال معيبة . ويعمل زواج الأقارب على إنتاج نسل متماثل العوامل . وحيث أن معظم الجينات التي تسبب العيوب تكون متنتحية فإن زواج الأقارب يعطي فرصة أكثر لظهور الصفات المعيبة . وتعتمد النتائج على التركيب الجيني للنسل الذي يحدث التزاوج بين أفرادها . ولقد نتج عن تزاوج الأخ والأخت في خنازير غينيا ، خلال ٢٣ جيلا ، نسلا صغير الحجم ، قليل الخصوبة ، ضعيف المقاومة لمرض السل الرئوي ، وقد أجريت هذه التجارب بواسطة Sewall Wright وآخرين . ومع ذلك ، أجرى **Helen D. King** تزاوجات متشابهة في الفئران البيضاء خلال ٢٥ جيلا مستخدما في كل مرة الأفراد الأكثر قوة ، وتمت في النهاية مقارنة بين الأفراد التي تم التزاوج فيما بينها والأفراد التي تزاوجت خلطيا ، وكانت النتيجة مرضية . كما أجريت تجارب أخرى على أجيال كثيرة من ذبابة الدروسوفيلا انتهت بإنتاج مجموعات عادية .



شكل ١١ - ٢٠ : بعض الطفرات في أجنحة وعيون الدروسوفلا التي تستخدم في دراسة العوز والإرتباط (قارن شكل ١١ - ١) . (عن مـورجان وآخرين)

زواج الأقارب بالانتخاب يمكن أن ينتج قطعانا محسنة ومقنعة ، تضم الصفات السائدة المرغوبة في حالة متائلة العوامل .

زواج الأبعد ، هو تزواج بين أفراد بعيدة القرابة ، وينتج عنه عادة هجيناً عفياً ، بحيث تتفوق الأبناء على الآباء في القوة والحجم . ويعمل زواج الأبعد على إنتاج أفراد مختلفة العوامل يتم فيها احتجاب الصفات المعيبة بواسطة الصفات السائدة العادية . معظم التزاوجات التي تتم في الإنسان هي زواج أباعد ، وعامة تكون الناس مختلفة العوامل ، وعلى ذلك فإن ظهور العيوب يكون نادراً . أما في المجتمعات المعزولة فإن زواج الأقارب يكون هو القاعدة وبذلك تظهر عيوب أكثر في هذه المجتمعات عنها في المجتمعات العامة المفتوحة .

١١ - ١٢ الانتخاب الاصطناعي

لقد أدى التناسل الاختياري واستمرارية الطفرات إلى إنتاج سلالات من الحيوانات المستأنسة تختلف كثيرا في الصفات البدنية والفسولوجية والنفسية عن أسلافها البرية . كانت دجاجة الغاية البرية في الهند (جالوس بانكيفا) صغيرة الحجم تضع إنثائها ما بين ١٢ - ١٤ بيضة في العام . إنتاج الانتخاب المستمر منها سلالات مستأنسة عديدة من الدجاج تختلف في الحجم واللون وإنتاج البيض . يصل ارتفاع دجاج الحلوى (باتنام) إلى حوالي ١٠ بوصات ، ووزنها إلى $\frac{1}{4}$ رطلاً ، بينما يصل الارتفاع في « دجاج اللحم » مثل الكوكنز وبلابوت روكس ، ورودايلاند إلى حوالي ١٦ بوصة ويصل وزنها إلى ٨ أرطال ، وتضع دجاجة الليجهورن البيضاء في المتوسط ١٢٠ بيضة في العام ، وفي بعض المجموعات راقية الانتخاب تضع الأنثى أكثر من ٢٠٠ بيضة .

وقد تم انتخاب ماشية اللحم البقري مثل نوع الهيفورد ، والشورتهورن وسلالات أبردين ، من أجل التكوين الذي يعطي قطعاً شهية من اللحم ، بينما تم انتخاب سلالات اللين مثل سلالة الهولشتاين - فريزيان والجرس من أجل الحصول على كميات كبيرة من اللين ، ونسبة عالية من الزبد . تضم الكلاب (المستنبطة من الذئاب ومن ابن آوى الإيوراس) الآن أكثر من ١٠٠ سلالة من الكينجيز الصغير إلى أنواع الكلاب الوولف الضخمة . ومن الكلاب قصيرة الأرجل من أنواع الدافوبوند والبولدوج إلى طويلة الأرجل مثل الكلاب السلوقي . ويختلف اللون بادئا من الأبيض متبها بالأسود مارا بالعديد من الألوان . ومن الكلاب من هو عديم الشعر تقريبا مثل شى هوا هوا ، ومن هو مغطى بفرقة كثيفة مثل الكوللي ، أو شعر مجعد كما في الكلب الأيرلندي المائي الصغير .

وقد مكن الانتخاب الإصطناعي من استمرار طفرات غريبة كان لا يمكن لها أن تبقى أو تستمر في الطبيعة مثل الحمام المراز والحمام مروحي الذيل ، أو كلاب البولودج والكينجيز ، لو أمكن الحيوانات المستأنسة أن تحيا بنجاح في البر ، فإنها عامة ترتد لتشبه أسلافها . وينتج هذا عن الانتخاب الطبيعي للحالات الجينية التي تشبه تلك التي كانت فيما سبق مزدهرة في البر .

١١ - ٢٣ التوائم

حيث أن المجموع الكلي لصفات أى من الأفراد تنتج من الفعل والتفاعل لعدد من الجينات ، فإن النسل المتعدد لزوج من الآباء سوف يختلف . حين تنتج الأنثى أكثر من صغير عند الولادة ، وكل منها يتكون عادة من بيضة منفصلة ، تكون الصغار مختلفة وراثيا . ولكن حين تنفصل الفلجيات المبكرة الناتجة من بيضة واحدة ، وكل فلجة ينتج عنها فرداً ، فإن هذه الأفراد جميعها سوف يكون لها نفس التركيب الوراثي . وينتج عن الحالة الأولى ما يسمى بالتوائم الأخوية (أو ثلاثيات) ، وقد تكون من جنس واحد أو من جنس مختلف ، وهي لا يزيد التشابه بينها عن التشابه الذى يوجد بين أطفال أى عائلة واحدة . بينما ينتج عن الحالة الثانية التوائم المتطابقة ، دائما من نفس الجنس ، ولهم صفات جسدية وفسولوجية متشابهة ، ويظهرون نفس الميل والقدرات العقلية .

١١ - ٢٤ وراثة الجماعة (العشيبة)

في بداية الفصل يوقست الوراثة من زاوية تزاوج أزواج مختارة من الآباء متماثلة العوامل وتحمل صفات معينة تم تحديد أنواع الدرية المتوقعة في الأجيال المتعاقبة . ويبحث علماء الوراثة في النبات والحيوان في إنتاج كائنات لها سمات مرغوبة ، كان تكون كبيرة الحجم أو تتمتع بمقاومة عالية للأمراض . وللوصول إلى ذلك قاموا بإجراء تزاوجات مختارة ، أولا بين الآباء ثم بعد ذلك بين الدرية في الأجيال المتتالية .

يختلف الوضع تماما في الطبيعة ، حيث تعيش الأفراد في جماعات حيث تتزاوج الأفراد مع بعضها البعض في حرية . وتعرف الجماعة على أنها مجموع الأفراد الحية لنوع واحد تعيش في منطقة معينة . بالإضافة إلى أنه لا يوجد ما يؤثر على تكرار الجينات ، فإن الجماعة قد تحتوى على أى نسبة من زوج من الضواد بين أعضائها . تمثل الأجناس البشرية جماعات طبيعية ، والتزاوج في الإنسان لا يكون إنتخابيا لمعظم الصفات الوراثية .

تتضمن وراثة الجماعة تطبيق قواعد مندل على الجماعة ، وخاصة بالنسبة لتكرار الجين ونسب الحالات الجينية بين نماذج التزاوج المختلفة . في حالة زوج من الضواد الجسدية يستخدم الرمز D (للسائد) و d (للمتحمي) ولهما نفس التواحد . فإن التزاوج بين الآباء متماثلة العوامل يعطى النتائج التالية :

Parent genotype	DD	dd
Parent gametes	D	d
F ₁ genotypes	Dd	Dd
F ₁ gametes	D, d	D, d
F ₂ genotypes	DD + Dd + dD + dd or, 1/4 DD + 1/2 Dd + 1/4 dd	

ومن ثم فإن التزاوج العفوى بين الحالات الجينية الثلاث لهذا المجتمع سوف يحافظ على الحالات الجينية في الأجيال التالية بنفس النسب .

ولقد جسدت هذه الأسس في قانون هاردى - فاينبرج الذى ينص على أنه في مجتمع معين حيث يحدث تزاوج عفوى ولا يحدث إنتخاب بين الحالات الجينية فإن التكرار (التردد) النسبى للحالات الجينية (في هذه الحالة DD, Dd, dd) يميل نحو الثبات من جيل إلى آخر . وتتبع العلاقة بين الجين والحالة الجينية تعبير دى حدين $(p + q)^n$ الذى يمثل صيغة هاردى-فاينبرج الأساسية ، حيث p هي تردد الجين ، q هي تردد الجين المضاد ، و n تمثل عدد الضواد (في هذه الحالة إثنان) و $p + q = 1$ وتستنبط نسب الحالة الجينية عن طريق تطبيق المعادلة ذات الحدين . فحين يكون تردد الجين D هو p ، وتردد الجين d هو q ، و $p + q = 1$ ، فإن تردد الحالات الجينية الثلاث (DD, Dd, dd) يمكن الحصول عليها بتربيع المعادلة كما يلي :-

$$(p + q)^2 = (p + q)(p + q) = p^2 + 2pq + q^2$$

$$p^2 = DD, pq = Dd, \text{ and } q^2 = dd.$$

فإذا كان التردد الأصلي للجين D هو ٠,٥ (p = ٠,٥) ، وذلك للجين d أيضا ٠,٥ (q = ٠,٥) بحيث تصبح $p + q = ١$ أو $٠,٥ + ٠,٥ = ١$ ، وعلى ذلك فإن تردد هذه الجينات بين الحالات الجينية الثلاث في الجيل الثاني F_2 يمكن الحصول عليه عن طريق الإحلال في المعادلة السابقة : $p^2 + 2pq + q^2$.
 وحيث أن $p^2 = (٠,٥)^2 = ٠,٢٥$ ، $2pq = 2 \times ٠,٥ \times ٠,٥ = ٠,٥$ ، $q^2 = (٠,٥)^2 = ٠,٢٥$ ، فيكون تردد الجين $D = \frac{١}{٤} + \frac{١}{٢} + \frac{١}{٤} = ١$ ، أو نفس التردد الأصلي .

المفروض أن (١) أن الجماعة من الكبر بحيث تكون الأخطاء في فحص العينات غير هامة ،
 (٢) هجرة الأفراد غير موجودة إلى داخل أو إلى خارج الجماعة ، (٣) لا تحدث طفرات إن وجدت فإنها تكون نادرة بحيث يمكن تجاهلها ، (٤) الأمشاج التي تحمل الضواد تنتج بنفس العدد ،
 (٥) التزاوج عفوى ، و (٦) كل الحالات الجينية (متاثلة العوامل السائدة ، ومختلفة العوامل ، أو متنحية) تتساوى في معدل البقاء والاستمرار - أى أنه لا يحدث أى انتخاب إصطناعى أو طبيعى .
 وطبقا لهذا القانون فإنه حين تم معرفة الأعداد الخاصة بمائتين ظاهرتين لزوج من الضواد الغير مرتبطة في عينة من جماعة ، فإن القاعدة الوراثية لتوارثها يمكن معرفتها بواسطة حسابات بسيطة ، يطبق قانون هاردي - فاينبرج على المجموعات ذات التزاوجات العفوية . أما في الجماعات الصغيرة المنعزلة ، فإن التزاوجات التي تحدث صدفة يمكن أن تؤدي إلى عدم توازن في نسب الحالة الجينية .
 وحين يؤخذ ذلك في الحسبان إلى جانب الطفرات والانتخاب ، فإنه ينتج تغير تطورى في النوع (فصل ١٣) .

١١ - ٢٥ الوراثة في الإنسان

تمر الصفات الوراثية للإنسان من جيل إلى آخر كما يحدث في الحيوانات الأخرى والنباتات . ولكنه تصعب دراسة التفاصيل وتحليلها وذلك بسبب الفترات الطويلة بين الأجيال ، وكذلك لنُدرة البيانات الموثوقة التي تميز صفات كثير من الأفراد . بالرجوع إلى الوراء وتتبع تاريخ العائلات التي دونت لها مميزات كثير من أفرادها ، أمكن معرفة كيفية توارث بعض المظاهر البدنية ، والصفات الفسيولوجية ، والسمات العقلية (جدول ١١ - ٤)

١١ - ٢٦ عمى الألوان

هى عدم القدرة على التمييز بين اللون الأحمر واللون الأخضر ، وهى صفة في الإنسان متنحية مرتبطة بالجنس ، فالرجل ذو البصر العادى لا يحمل ولا ينقل هذا القصور (العيب) ، أما الأنثى التي تحمل هذا القصور فإنها تتمتع ببصر عادى ، ولكن حيث أنها غير متاثلة العوامل لهذه الصفة ، فإنها يمكن أن تنجب أطفالا عندهم عمى ألوان ، أما الذكور والإناث المصابة بعمى الألوان فإنهم ينقلون هذا العيب (جدول ١١ - ٣) .

١١ - ٢٧ الوراثة الطيبة

يعرف عن كثير من أمراض الإنسان بأنها وراثية مثل الهيموفيليا ومرض السكر (جدول ١١ - ٤) . في الأنيميا المنجلية ، ثم إكتشاف التغير الكيميائي الحيائي الدقيق . فعندما يقل الأوكسجين (داخل الجسم وخارجه) فإن كريات الدم الحمراء في الأشخاص المصابة تأخذ شكلاً منجليا . تعاني الأفراد المتحثة متاثلة العوامل من الأنيميا ، وهي عادة مميتة ، ولكن الأشخاص التي يكون فيها إختلاف في جين واحد أى مختلفة العوامل فلا تظهر عليها أعراض المرض .

جزء الهيموجلوبين رباعى ، يحتوى على أربع سلاسل متعددة الببتيدات ، سلسلتان متطابقتان من نوع ألفا ، وسلسلتان متطابقتان من نوع بيتا β ، تضم جميعها ٦٠٠ حامض أمينى . في الهيموجلوبين المنجلي فإن السلسلتين ألفا تكون مطابقة لتلك التي توجد في الهيموجلوبين العادى ، ولكن أحد الأحماض الأمينية من عدد ١٤٦ توجد في سلسلة بيتا وهو حامض جلوتاميك يستبدل بحامض ليزين . وهذا التغير طفيف ولكنه هام ، وقد أثر على التجمع الإنسانى في وسط أفريقيا

جدول ١١ - ١٤ : بعض الصفات المدلية الموروثة في الإنسان

الصفة	مائدة	متحبة
عادية		
صنع الجلد	عادى	لا يوجد (أليو)
لون قزحة العين	بى	أزرق
غير عادية	قصيرة	عادية
أصابع اليد والقلم	بينها غشاء	عادية
	أصابع زائدة	عادية ، ٥ للواحدة
الوظيفة العصبية	Huntington's كوربا *	عادى
أبيض القليل ألأين	عادى	بلاهة القليل كيتونيوريك +
الصين	عبسة محمة (إظلام عين ورأى)	عادى
	ضبط داخلى (جلوكوما)	عادى
الأذن	سمع عادى	صمم - غرسى
مرتبطة بالجنس		
إحصار الألوان	عادى	أعمى ألوان
تخثر الدم	عادى	هيموفيليا

* مرض إتحالى في الجهاز العصبي يؤدى إلى الورلة في منتصف العمر

+ يحدث بواسطة جين متحى يورث أيضا الحامض الأمينى فيل ألأين . لجميع هذه المائدة حتى تصل إلى معدل سام وتطفى الصكون البائى والمحلل . يسل الفرد مثال العوامل العصبي في أن يتكاثر .

لسبب غريب . فالأشخاص التي تكون مختلفة العوامل للأنيما المنجلية تظهر عادة مقاومة كبيرة للملاريا . وهذا الميزة الإنتخابية أدت إلى إزدياد حالات الأنيميا المنجلية في المناطق التي تكثر فيها الملاريا .

في كثير من بنى الإنسان ، ينتج عن نموذج الكروموزومات XX-XY أفراد عادية بالنسبة للجنس . في الإناث يظهر جسم كروماتيني له قابلية عالية للصبغ في الغشاء النووي لخلايا طبقة البشرة ، وبطانة القم ، وفي أماكن أخرى . هذا الجسم الكروماتيني لا يوجد في الذكور ومن الواضح أن الكروموزومات XX لها إستجابة خاصة للصبغ ، وقد ساعد هذا على تفسير بعض الشواذ الجنسية .

أعراض تورنر لفظ يطلق على الإناث صغيرة القوام ولها غدد ثديية طفولية وأعضاء تناسلية داخلية عادية ، ولكن المناسل تكون ضامرة أو غير موجودة ، وتكون الخلايا سلبية الكروماتين ، معطية دلالة على الذكورة ، ولكن عدد الكروموزومات . يكون ٤٥ وتحتوى على كروموزوم X واحد فقط . أعراض كليفلتر . تميز الذكور التي لها خصيات صغيرة جدا ، وحيواناتها المنوية عادة غير ناضجة ، وبها قصور في الهرمونات . تكون الأنوية عادة موجبة الكروماتين ، والكروموزومات الجنسية هي XXY . وجود كروموزوم XX وكروموزوم Y يمكن أن يتسببا في هذه الحالات الشاذة .

وتمثل أعراض داون أو المنغولية حالة خطيرة ، حيث أن الذرية الناتجة تكون متأخرة جسدياً وعقلياً ، مع شلوذ في الوجه وجفون العيون واللسان وأعضاء أخرى ، وقد اشتق اسم المنغولية من وجود ثنية في جفن العين تشبه تلك التي توجد في المنغولين . تظهر أعراض المنغولية على ١٥ ٪ من الشعب القوقازي ، ولكن معظم مرضى هذا المرض يموتون مبكراً . وتزداد الحالة بزيادة عمر الأم (١١ حالة للأم بين ٣٥ - ٣٩ سنة ، ١٠٠ حالة للأم التي في سن ٤٥ أو أزيد) ، بينما لا يؤثر عمر الأب على هذه الحالة . عند إنجاب التوائم يتأثر كلاهما إذا كانت التوائم متطابقة ، بينما يتأثر أحدهما فقط في التوائم غير المتطابقة ، وهذه قاعدة وراثية أكثر منها فسيولوجية . وقد أجريت دراسات على مزرعة نسيجية من الخلايا الليغية وخلايا نخاع العظام من أشخاص مصابين بالمنغولية ووجد أن بالخلية ٤٧ كروموزوماً ، حيث يوجد أحد الكروموزومات الجثمانية في صورة ثلاثية ، وينتج ذلك عن عدم الانفصال . فشل الكروموزومات المزدوجة في الانفصال أثناء الانقسام غير المباشر . ويعمل عدم التوازن الوراثي هذا أثناء التكوين الجنيني لتنتج عنه هذه الحالة .

مراجعة

- ١ - تورث مجموعات الدم في الإنسان A,B,O على أسس الوراثة المتدليلة البسيطة ، ولأن البيضة أو الحيوان المنوى تحمل جينا ل B, A أو O فإن الزيجوت ربما يكون BO,AO,BB,AB,AA أو OO . تستخدم هذه المعلومة أحيانا للتأكد من بنوة طفل . نفرض أن هناك أم لها مجموعة دم A لها طفل مجموعة دمه O . إلى أى مجموعات ينتمى الأب ؟ هل الأم متأللة العوامل ؟ هل يمكن لطفل من مجموعة O أن يكون له أم من مجموعة B ، وأب من مجموعة B ؟
- ٢ - عرف : التزاوج (التهجين) الثنائي ، السائد ، المتنحي ، الضواد ، الجين ، متألل العوامل ، الحالة الجينية ، الحالة الظاهرية ، التزاوج (التلقيح) الرجعى ، العامل الحميت ، التوارث المرتبط بالجنس ، الكروموزوم الجثنائى .
- ٣ - إشرح النسبة المتدليلة في التزاوج الأحادى . لماذا يكون عدد الحالات الظاهرية والحالات الجينية التى يحصل عليها فعلاً في الجيل الثانى F_2 فى أى تزاوج ليست عادة كالنسبة المتوقعة تماما ؟
- ٤ - ماهى القيمة العملية للتزاوج الرجعى ، والتزاوج الثنائى والعديد ؟
- ٥ - كيف تختلف النتائج فى حالة السيادة الغير تامة عنها فى التزاوج الأحادى؟
- ٦ - ما هى عوامل الإضافة والجينات المتراكمة ؟
- ٧ - فى تزاوج الدروسوفيليا للدراسة لون العين هل تختلف النتائج إذا كان الذكر أو الأنثى من الآباء له عيون بيضاء ؟ ولماذا ؟
- ٨ - كيف يؤثر العبور على صفات الذرية التالية ؟
- ٩ - ما هى الطفرة ؟ كيف تستخدم الطفرات وزواج الأقارب فى تحسين محصول زراعى أو حيوان مستأنس ؟
- ١٠ - ما هى النقاط الأساسية فى نظرية الجين ؟
- ١١ - عمى الألوان مرتبط بالجنس ، والجين المسبب له متنحي ، أسرة بها ٤ أطفال ، طفلة وولدان لهم إحصار عادى ، وولد واحد عنده عمى ألوان . ما هى الحالة الجينية لكل من الأبوين ؟ لو كانت طفلة عندها عمى ألوان ، ماذا تعرف عن الأب ؟
- ١٢ - ما هى الأثيميا المتجلية ، وما هى الميزة التى يضفيها الجين على حامل المرض ؟
- ١٣ - هل يمكن لفرد له إحصار عادى أن تكون أمه عندها عمى ألوان ؟ أو أبوه ؟

الفصل الثاني عشر

علم البيئة والتوزيع الحيواني

لكل كائن حي طريقة معيشة مميزة تعتمد على تركيبه وفسيولوجيته ، وأيضاً على نوع البيئة التي يعيش فيها . تتفاعل العوامل الفيزيائية والبيولوجية معا لتكوين العديد من البيئات المتباينة في المناطق المختلفة من الأرض . الظروف البيئية تكون ثابتة إلى حد ما في بعض الأراضي الإستوائية والبحار ، ولكن في معظم أنحاء الكرة الأرضية تتغير درجة الحرارة والرطوبة وضوء الشمس مع الفصول ، وهذه العوامل في مجموعها تعرف بالمناخ . دورة حياة كل نوع من الكائنات الحية تكون منسقة بإحكام مع الظروف المناخية لبيئته . لا يوجد حيوان يعيش لنفسه كلية ، وعلى النقيض من ذلك فإن كل حيوان يكون جزءاً من مجتمع حي متكامل يتضمن أفراداً أخرى من نفس نوعه ، وأنواعاً حيوانية أخرى عديدة ، بالإضافة إلى نباتات من أنواع قليلة أو عديدة . علم البيئة (إيكولوجي : أوبكوس ، بيت) يختص بالدراسة العلمية للعلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وبيئتها ؛ التوزيع الحيواني هو دراسة تواجد الحيوانات في الزمان والمكان .

علم البيئة البيئة الفيزيائية

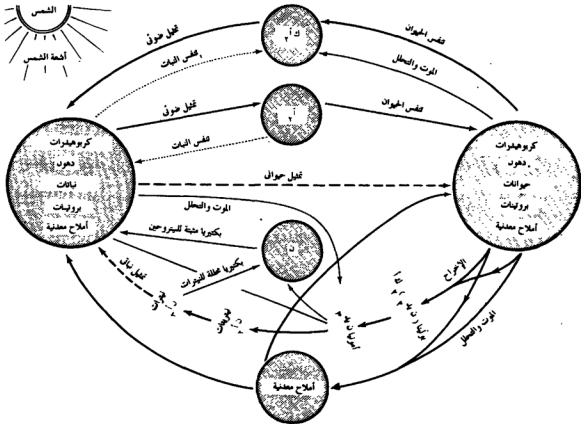
تتأثر الحيوانات والنباتات بعوامل فيزيائية وكيميائية متنوعة ، من أهمها (١) ضوء الشمس ، (٢) درجة الحرارة ، (٣) الماء (متضمناً درجة ملوحته) ، (٤) الغازات والمعادن . يمكن قياس كل من هذه العوامل ، كما يمكن ملاحظة تأثيراتها على الحيوانات ، ولكنها جميعاً مرتبطة بعضها ببعض ، ولأجل أي منها مستقلاً . يعطى ضوء الشمس الطاقة الضوئية التي تستخدم بواسطة النباتات في التمثيل الضوئي ، كما أنها تعمل أيضاً على تدفئة البيئة الحيوانية ، وترفع درجة حرارة الماء ، التي تؤدي إلى التبخر (وفي النهاية إلى نزول المطر والتلوج) . تسيطر درجة الحرارة على سرعة جميع التفاعلات الكيميائية ، بما فيها من تفاعلات بيوكيميائية في الكائنات الحية . الماء مذيب لمعادن التربة اللازمة للنباتات ، وتحتاجه الأجسام الحيوانية ، كما يعتبر وسطاً يعيش فيه العديد من الحيوانات .

١٢ - ١ ضوء الشمس

الشمس هي مصدر كل الطاقة التي تستخدمها الكائنات. (شكل ١٢ - ١) . قد تتحول الطاقة من نوع لآخر ولكنها لا تستحدث ولا تفتى (فقرة ٢ - ١٤) . تمتص النباتات الخضراء الطاقة الضوئية من ضوء الشمس ، وبواسطة التمثيل الضوئي الكلوروفيل في خلاياها ، تُنتج كربوهيدرات من ثاني أكسيد الكربون والماء ؛ كما أنها تنتج أيضاً بروتينات ودهون . الطاقة المختزنة في هذه المركبات تعتبر هي الطاقة الأساسية التي تستخدمها جميع الحيوانات . وهي تنتقل من كائن لآخر ، وتعتبر المصدر الوحيد للطاقة اللازمة لعمل الأجهزة الحية والحفاظ عليها . تضم علاقات الطاقة جميع العمليات الفيزيائية والحيوية على سطح الأرض ، كما أنها تجعل أنشطة الكائنات ممكنة .

١٢ - ٢ درجة الحرارة .

المدى الحرارى للكون يغطى آلاف الدرجات ، ولكن معظم الحيوانات التي على الأرض يمكنها العيش



شكل ١٢ - ١ : الدورات الكيميائية لثاني أكسيد الكربون ، الأوكسجين ، النيتروجين ، والأملاح المعدنية في الطبيعة . تبين الأسهم مسارات حركة المواد من الهواء (ك ، أ ، ن ، پ) والتربة (أملاح معدنية) إلى النباتات والحيوانات ومنها .

فقط في مدى حرارى يتراوح ما بين -٥٢ إلى ٥٠ °م أو أقل من ذلك . يتأثر التحمل الحرارى بالرطوبة ويعتمد أساساً على قوة التبخر للهواء أو النسبة المئوية لبخار الماء بالنسبة إلى التشبع عند أى درجة حرارة معينة . على سبيل المثال ، في الصحراء الجافة الهواء ، درجة حرارة ٣٢ °م (٩٠ °ف) تكون مناسبة للإنسان ، ولكن نفس درجة الحرارة ، مقترنة برطوبة نسبية عالية ، يصعب تحملها في المناطق الإستوائية .

تؤثر درجة الحرارة على النمو ، تكوين الثمار ، والبقاء في النباتات ، التى تعتمد عليها مختلف الحيوانات كغذاء . الربيع البارد الطويل يؤخر نمو الأعشاب والأوراق التى يتغذى عليها العديد من الحشرات ، والقوارض ، وغيرها من آكلات العشب ، وقد يحد ذلك من فرص بقائها في الحياة . الجو غير المناسب أثناء فترة تفتح الأزهار قد يؤدي إلى نفرة الثمار اللبية أو البذور التى تتغذى عليها طيور متنوعة ، مما يدفع هذه الطيور إلى الهجرة لمناطق أخرى بحثاً عن الغذاء أو تتعرض للموت جوعاً .

الزواحف ، البرمائيات ، الأسماك ، الحشرات ، وجميع اللاقاريات الأخرى لها تنظيم داخلي محدود لدرجة حرارة الجسم أو ليس لها بالرة . معدل العمليات الكيميائية الأيضية وبالتالي نمو وأنشطة هذه الحيوانات يتأثر بشكل مباشر بدرجة حرارة البيئة الخارجية ، إذ تزداد سرعة هذا المعدل بالحرارة وتبطيء بالبرودة ، كل نوع له مداه الحرارى ؛ تقتل جميع الأنواع عن تعرضها لفترة طويلة لدرجات حرارة التجمد أو الحرارة زائدة . إذا تعرضت الحيوانات لجو التجمد عند بداية تكوين البيض أو البويضات ، فإن معظمها يموت ، وتقل أفرادها تبعاً لذلك . لبعض الحشرات بيض ، يرقات ، أو عذارى تقضى فصل الشتاء كأطوار سائكة ذات أبيض منخفض ، في أماكن تحت سطح الأرض ، بين النباتات ، أو في قاع البرك والجاري المائية ؛ وتعتبر هذه وسيلة للهروب من التجمد . بعض الحشرات التى تأسرها الثلوج يمكنها البقاء حية بداخلها لأن ماء الجسم يحتوى على نسبة عالية من الأملاح المذابة مما يمنع تجمده .

الزواحف والبرمائيات تلجأ للبيات الشتوى في الأرض أو الماء ، للهروب من التجمد في المناطق التى تتعرض لدرجات حرارة منخفضة أثناء الشتاء . بعض نعاين المناطق الصحراوية الجافة ، التى تكون نشطة أثناء النهار ، في الربيع ، تضطر لأن تصبح ليلية النشاط أثناء الصيف حتى تتجنب الحرارة المرتفعة . معظم أسماك المياه العذبة تكون غير نشطة في الجو البارد ، ولكل نوع حد أعلى لتحمل الحرارة . حيث أن التغيرات في درجات حرارة المحيطات تكون أبطأ وغير شديدة ، فإن الكائنات البحرية تكون أقل تأثراً بالتغيرات الموسمية للمناخ ؛ ومع ذلك تقوم أنواع عديدة من الأسماك البحرية بهجرات موسمية شمالاً وجنوباً .

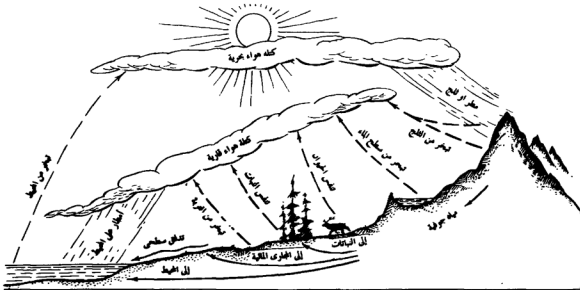
الطيور والتدييات لها أجسام معزولة ، كما أنها تنظم درجة حرارة أجسامها ، لذلك فهي نادراً ما تتأثر بشكل مباشر بالتغير في درجة حرارة الجو ، ولكن البرودة الزائدة في الشتاء أو الحرارة الشديدة في الصيف قد تفرض عليها حالة إجهاد وتقلل من إحتياجاتها الغذائية . العديد من الطيور تقضى فصل الصيف في المناطق الباردة والقطبية الشمالية ، وتهاجر شتاءً إلى مناطق أكثر دفئاً لتحصل على الغذاء المناسب للطيور ، الأيائل ، والغزلان التى تقضى الصيف في الجبال المرتفعة كما في غرب أمريكا الشمالية ، تهاجر

إلى مناطق منخفضة لنفس السبب .

السناجيب الأرضية وبعض الحفافيش آكلة الحشرات تدخل في حالة سكون في فصل الشتاء ، أو يبات شتوى ، عندما يصبح غذاؤها من الفصول الدافئة غير متوافر . أثناء البيات الشتوى ، تنخفض درجة حرارة الجسم لتصبح مقاربة لدرجة حرارة مجبأ الحيوان ، يصاحب ذلك بطء في ضربات القلب والتنفس ، والأبيض المنخفض يزود في المقام الأول من الدهن المختزن في الجسم قبل الدخول في البيات الشتوى .

١٢ - ٣ الماء

يوجد تبادل مستمر للماء بين الهواء ، الأرض ، والبحر ، وبين الكائنات الحية وبيئاتها . بالإضافة إلى ذلك فإن للماء تأثيراً جوهرياً على بيات الكائنات . دورة الماء (شكل ١٢ - ٢) تتضمن التبخر ، تكون السحب ، تساقط الأمطار والثلوج ، تدفق الماء السطحي ، وتسرب الماء خلال التربة . يحتزن الماء كميات هائلة من الحرارة ، ولأن حرارته النوعية عالية جداً (كل جرام من الماء يحتاج إلى كالورى واحد لرفع درجة حرارة ١م عند ١٥م) ، لذلك فإن أى كتلة كبيرة من الماء تسخن ببطء في الربيع كما تبرد ببطء في الخريف . تبلغ كثافة الماء أقصاها عند ٤م (٣٩ف) ، وهو يتمدد عندما تقل درجة حرارته عن ٤م ، ويتحول إلى ثلج عند درجة الصفر المتوى (٣٢ف) . قوة هذا التمدد كبيرة للدرجة أنها تشقق الصخور عند تجمد الماء الموجود في الشقوق ، وتعتبر هذه إحدى وسائل تكوين التربة . (تشرح الإسطوانات الحديدية في سيارة عند تجمد



شكل ١٢ - ٢ : دورة الماء . تبادل مستمر للماء بين الهواء ، الأرض ، والبحر ، نتج عنه تغيرات يومية وفصلية متنوعة في بيات النباتات والحيوانات .

الغلاف المائي يعتبر مثلاً شائعاً لهذه القوة . طفو الثلج لأنه أخف من الماء ، يشكل أهمية كبيرة للكائنات . وإن لم توجد هذه الخاصية ، لتراكم الثلج في قاع البحيرات ، ولوجدت ككل دائمة من الثلج في قاع معظم المسطحات المائية الكبيرة ، وبدلاً من ذلك يهبط الماء عندما يبرد إلى 4°C ، كما تصعد المياه الأكثر دفئاً ، ونتيجة لذلك تنشأ تيارات الحمل . هذه التيارات تحدث انقلاباً للماء في فصل الربيع والخريف في البحيرات الباردة ، كما تحمي الكائنات من درجات الحرارة القصوى ، ذلك لأن الماء أسفل الغطاء الثلجي السطحي في البحيرات العميقة لا تنخفض درجة حرارته كثيراً عن 4°C .

تتأثر الحيوانات الأرضية بالمحتوى المائي للهواء ، أو الرطوبة النسبية (النسبة المئوية لبخار الماء بالنسبة للتشبع عند أى درجة حرارة) . بعض الحيوانات تتكيف للمعيشة في الصحارى ذات الرطوبة المنخفضة ، والبعض الآخر لا يعيش إلا في جو مشبع تماماً ببخار الماء ، وهناك أيضاً حيوانات عديدة تفضل العيش في أجواء متوسطة الرطوبة . الأماكن المحدودة التي تعيش بها حيوانات صغيرة حيث تجد غذاءها ومأوى لها ، تكون ذات مناخ محلي بالغ الأهمية ، وعادة ما تتميز بدرجة حرارة أقل ورطوبة أعلى عن تلك للمناخ العام للمنطقة التي توجد بها . في المناطق الجافة يخشى العديد من الحيوانات أثناء النهار حتى لا تتعرض للموت من الجفاف . وهي تجازف بالخروج ليلاً حيث تكون درجة الحرارة أقل والرطوبة أعلى ، خاصة عند سطح الأرض . في المناطق التي تكثر فيها الأمطار صيفاً ، أو في الحقول والحدائق التي تروى ، تزداد الرطوبة بالقرب من سطح الأرض بدرجة تسمح للاقاريات الصغيرة أن تنشط نهاراً .

الحيوانات الأرضية تتعرض لتغيرات في الضغط الجوي في الأماكن المرتفعة عن سطح البحر ، ذلك لأن كثافة الهواء تقل مع الارتفاع (وبالتالي الأوكسجين الناح) . الإنسان الذي يعيش في الجبال العالية يكون قلبه أكبر حجماً وخلايا دمه الحمراء أكثر عدداً ، وبذلك يمكنه أن يعوض النقص في كمية الأوكسجين المتاحة ، ومتسلقو الجبال من الأماكن المنخفضة يستخدمون خزانات أوكسجين لتساعدتهم على التنفس . ومن المعتقد أن طيران بعض الطيور يكون أقل سهولة في الهواء ذي التخلخل العالي . في أى مكان ، مهما بلغ لارتفاعه ، تكون التغيرات في ضغط الهواء (القراءات البارومترية) مقترنة بالتغيرات في المناخ . الرياح الشديدة - الناتجة عن تغيرات عملية في الضغط - لها تأثير متنوع على الحيوانات ؛ الطيور والحشرات يكون طيرانها أقل سهولة ، وقد تدفعها الرياح إلى مناطق جديدة ؛ والرياح السريعة قد تسبب جفافاً للنباتات والعديد من الحيوانات .

في البحيرات العميقة والبحار ، يزداد ضغط الماء بصفة منتظمة مع العمق (اضغط جوى ، أو ١٥ رطلاً لكل ١٠ أمتار) ، ومع ذلك استطاعت بعضه جالاتيا الدائريكية كسح حوالي ١٠٠ نوع من اللاقاريات بالقرب من جزر القلبيين عند عمق ١٠,٥٠٠ متراً تقريباً ، حيث يصل الضغط إلى حوالي ١ طن / سم^٢ . وهذه الحيوانات يمكنها العيش لأن الضغط داخل أجسامها يعادل الضغط الخارجي . العديد من أنواع البلانكتون وبعض الأسماك تنبط إلى أعماق تصل إلى ٤٠٠ متراً أثناء النهار ، ولكنها تصعد إلى السطح ليلاً ، وهي بذلك تتعرض لتغير تدريجي في الضغط يصل إلى أربعين

مرة . يستخدم الغطاسون خزانات هواء تمددهم بالأكسجين ، ولتحافظ على الضغط داخل رئائهم عندما يكونون في الماء .

الدورات الكيميائية في الطبيعة

العناصر التي تكون أجسام النباتات والحيوانات تستخلص جميعها من البيئة ، وهناك تبادل مستمر أو دورة لهذه العناصر تلازم الكائنات أثناء الحياة حتى الموت (شكل ١٢ - ١) .

الكربون (ك) هو أحد المكونات لجميع المركبات العضوية بالبروتوبلازم (فصل ٢) . يستخدم ثاني أكسيد الكربون (ك أ) بالهواء أو الماء في بناء جزيئات الكربوهيدرات أولاً وهذه مع البروتينات والدهون تكون أنسجة النباتات تؤكل النباتات بواسطة حيوانات معينة ، وبعد عمليات الهضم والإمتصاص (فصل ٤) يُعاد تشكيل مركبات الكربون إلى مركبات مشابهة لتلك في الحيوانات . وهذه المواد ، تمر بدورها في حيوانات أخرى . ينتج عن الأيض الهدمي في الحيوانات ثاني أكسيد الكربون كمادة إخراجية تنفسية تعود إلى الهواء أو الماء .

الأكسجين (أ) يتم الحصول عليه من الهواء مباشرة أو من الهواء المذاب في الماء (شكل ٦ - ٣) ، ويستخدم في عمليات التأكسد في أجسام الحيوانات . ويعود مرة أخرى إلى البيئة إما متحدًا مع الكربون كثاني أكسيد الكربون أو مع الهيدروجين كماء . بعض الماء الذي يستخدمه النبات في التمثيل الضوئي ينشطر ويطلق الأكسجين إلى البيئة الخارجية ، ولكن النبات نفسه يستهلك بعض الأكسجين في التنفس . « حوض التربة المتوازن » يحتوي على نباتات وحيوانات بأعداد معينة بحيث تكون إحتياجاتها المشتركة ومردودها من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في حالة توازن .

نيتروجين (ن) الهواء الجوي يمكن إستخدامه مباشرة فقط بواسطة البكتيريا المثبتة للنيتروجين في التربة أو في العقد الجذرية لبعض النباتات البقلية ، والتي تحولها إلى نترات (ن أ) بعد ذلك . تستخدم النباتات النترات في تكوين البروتينات النباتية . وهذه البروتينات قد تعود إلى التربة عند تحلل النباتات ، أو تتغذى عليها الحيوانات وتتحول إلى بروتينات حيوانية . وفي عمليات الأيض الحيواني تتحلل البروتينات في النهاية إلى مواد إخراجية نيتروجينية وتخرج على شكل بولينا ، (ن يد) ك أ ، حامض بوليك ، أو أمونيا . ويفعل بكتريا أخرى في الماء هو التربة تتحول هذه المواد الإخراجية إلى أمونيا ثم إلى نيتريتات ؛ تتعرض هذه النيتريتات لفعل بكتيري وينطلق منها النيتروجين الذي يعود إلى الهواء ، أو تتحول إلى نترات .

بعض الأملاح المعدنية ، أو المواد الكيميائية غير العضوية لازمة للنباتات والحيوانات (فقرة ٢ - ٢١ ، ٤ - ١٢) بكميات قليلة ولكن محددة ، تختلف من نوع لآخر . تحصل النباتات على المكونات المعدنية من محلول التربة الذي يحيط بجذورها ، وهذه المكونات تعود إلى التربة فقط عند تحلل النباتات أو إحتراقها . تحصل الحيوانات على حاجتها من الأملاح المعدنية جزئياً من غذائها والجزء الآخر من الماء ، وفي بعض الأحيان من التربة مباشرة . الأملاح المعدنية في الحيوانات تعود إلى التربة أو الماء مع المواد

الإخراجية والبراز وعند تحلل أجسامها (شكل ١٢ - ٣) .

الفسفور يلزم بكميات قليلة لجميع عمليات البناء وتحولات الطاقة . الفوسفات (- فو أ) أصبحت في متناول النباتات من خلال تآكل المخازن الضخمة المتكونة بالصخور في العصور البائدة . ويستخدم الفوسفور عادة بواسطة النباتات والحيوانات ، ثم يعود بعد ذلك إلى التربة عن طريق التحلل أو الموت . البعض ينتقل إلى البحر حيث يُفقد جزء منه في الرواسب العميقة ، ولكن الجزء الأكبر يعود إلى الأسماك والطيور البحرية . يبحث الإنسان عن الرواسب الضخمة الناتجة من تراكم ذرق الطيور ، كما في الجزء الساحلية لبيرو وفي جزيرة ناورو بمحيط الباسيفيكي ، ويستخدمها كسماد فوسفاتي ، وبذلك يعود بها إلى الدورة .

البيئة السيلوجية والعلاقات المتبادلة بين الحيوانات

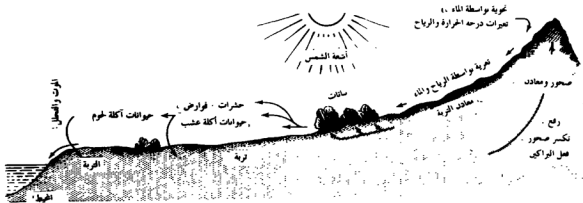
خلال ثلاثة بليون سنة من التطور ، أصبحت العلاقات بين الكائنات الأرضية شاملة ومعقدة ، إذ تطورت الأنواع معاً في بيئات متنوعة ساهمت بنفسها في تكوينها . التنافس الناشئ عن التكاثر والموارد المحدودة قد أدى إلى ظهور طرق معيشية عديدة ، ونتيجة لذلك قل الصراع من أجل الغذاء ، مكان المعيشة ، المأوى ، والأقران . هذا التنوع في الكائنات غرز بتزايد في التعقيد البيئي صاحبه زيادة في أعداد الأنواع . العلاقات الشاملة والتفصيلية يمكن مشاهدتها بوضوح ، من إعتاد الحيوانات على النباتات في غذائها إلى العلاقات المتبادلة بين أفراد النوع الواحد . وهذا النوع الأخير من العلاقات يتراوح من التجهيز الأولي للأعشاش بواسطة الدبابير إلى الرعاية المستمرة للصغار وإعتادها لفترة طويلة على الآباء في العديد من الطيور والثدييات ، بما فيها الإنسان . القليل من الحيوانات ، متضمنة النمل الأبيض ، النمل ، والبهل (الإنسان أيضاً) طورت مجتمعات تعاونية أصلية تضم أفراداً للتكاثر شغالة ، جنوداً ، حاضنات ، إلخ .

١٢ - ٥ الغذاء

معظم النباتات تتنافس مع جيرانها على نفس الأشياء - ضوء الشمس ، معادن التربة ، والماء - ولكن الحيوانات تكون أكثر تنوعاً في إحتياجاتها . الغذاء الحيواني ، مهما كان نوعه ، ينشأ أصلاً من النباتات . يحتاج كل نوع من الحيوانات لكمية معينة من الغذاء المناسب . الإنسان ، الفئران ، والذباب المنزلي يمكنهم العيش على أغذية متنوعة ، ولهم القدرة على تغيير نوع الغذاء كلما دعت الضرورة . ومع ذلك فإن العديد من الأنواع تكون أكثر تخصصاً ، وتعيش فقط في المكان والزمان الذي يتوافر فيه غذائها الخاص . يتغذى القندس على اللحاء الداخلي لشجر الصفصاف والجوز فقط ؛ بركة أبو رقيق الكرنب يقتصر غذاؤها على أوراق نباتات العائلة الصليبية ، بعض نطاط الأوراق يعيش فقط على عصارات أنواع معينة من النباتات ؛ ذباب الخيل يمتص دم الثدييات . بعض مصادر الغذاء تكون فصلية ، والأنواع التي تعتمد عليها في غذائها ، لا بد لها أن تغير من غذائها أثناء الفصول الأخرى من السنة ، تدخل في حالة يبات ، تهاجر لمكان آخر أو تموت .

المحيطات ، بعكس البيئة الأرضية ، يوجد بها نباتات محدودة ؛ الأرنب البحر (أبلينا) ، من الرخويات ، يتغذى على عشب البحر ، مثلما يتغذى الأرنب على الخس ، بعض القواقع والبطلينوس تكشط الطحالب القصية الكثيفة التي تغطي صخور الشاطئ . مراعى المحيطات ، تتكون أساساً من البلاتنكتون ، ومعظمه من نباتات مجهرية (دياتومات وطحالب أخرى) وحيوانات (قشريات ، يرقات) ، وهذه الكائنات طافية ويغرفها التيار في الماء من مكان إلى آخر . يتبين البلاتنكتون في الكم والنوع من فصل لآخر (كالزهور الية في أحد الحقول) . يعتبر البلاتنكتون غذاء لأعداد لا حصر لها من القشريات الصغيرة ، والكيوتوجاننا ، وحيوانات أخرى ، وأيضاً ليرقات الرخويات ، الحلقيات ، والجلد شوكيات .

تكثر أعشاب البحر في الخلجان، مصبات الأنهار، ومياه الشواطئ، والعديد منها حولية (تعيش لعام أو فصل واحد فقط) . عندما توت أعشاب البحر يهبط إلى القاع، وهناك تخزن بواسطة فلورا غنية بالكثيرا قاطنة القاع . الدبال المجهري الناتج (مواد نباتية وبكتيريا) يكون زبد القاع . يعتبر هذا الزبد الغذاء الرئيسي لديدان متنوعة ولاقناريات أخرى تُمرز شبكاً مخاطية أو يكون لها طرق خاصة لانتقاء دقائق الغذاء من الماء أو الطين . خيار البحر وبعض قنافذ البحر تتلع طين القاع بكميات كبيرة لتستخلص منه البقايا النباتية كغذاء لها . توجد أيضا إمدادات من دقائق عضوية ، أو مواد متحللة ، تتكون أساساً من الحيوانات التي يهبط إلى القاع بعد موتها . تستخدم هذه المواد المتحللة كغذاء للحيوانات آكلة الرمة - بعض جراد الماء ، السرطانات ، قنافذ البحر ، وغيرها . في المحيطات ، الحيوانات التي يتعدى حجمها المستوى المجهري ، تتغذى أساساً على حيوانات أخرى . الحيوانات التي تتغذى على البلانكتون تقع فريسة للاقناريات سابعة أخرى ؛ وهذه بدورها تعتبر غذاء للقشريات الكبيرة والأسماك الصغيرة ؛ وتلك تفترسها أسماك كبيرة ، وهكذا .



شكل ١٢ ٣ : دورة الأملاح المعدنية . المواد التي ترتفع إلى الجبال تتحلل إلى معادن التربة . بواسطة عوامل التعرية وحرارة الماء أو الرياح تنقل هذه المواد تدريجياً إلى الأراضي المنخفضة والبحار ؛ وفي الوقت نفسه تنقل بعضها خلال النباتات والحيوانات مرة واحدة أو عدة مرات .

الحيوانات آكلة النباتات تعتبر مستهلكات أولية في أى مجتمع حيوانى . وهذه بدورها تستعمل كغذاء لحيوانات أخرى (مستهلكات ثانوية) التى تُؤكل بواسطة حيوانات غيرها . الطاقة التى يحصل عليها النبات أصلاً من الشمس تمر على شكل مادة خلال سلسلة غذاء ؛ وجميع سلاسل الغذاء فى مجتمع تكوّن شبكة غذاء (شكل ١٢ - ٤) . ويمكن تمييز عدة مستويات غذائية فى أى نظام حيوى . المنتجات ، النباتات الخضراء تشغل المستوى الغذائى الأول ؛ آكلات النبات ، أو المستهلكات الأولية تمثل المستوى الثانى ، وهكذا .

أى سلسلة أو شبكة غذائية هى فى الواقع نظام لانتقالات الطاقة . طاقة الجهد التى تتكون فى النبات تمر خلال مستويات متتابعة من الحيوانات المستهلكة . عند كل مستوى يفقد بعض من الطاقة كحرارة (للتحويلات الكيميائية) للبيئة الخارجية ، والمجمل يقل تدريجياً خلال السلسلة (يفقد حوالى ٩٠٪ من الطاقة عند كل مستوى) . تحلل النباتات تنتج عنه حرارة أكثر ، وتحلل الحيوانات تنتج عنه حرارة أقل .

شبكات الغذاء غاية فى التعقيد (شكل ١٢ - ٤) حتى فى المجتمعات الصغيرة ، ولكن من الممكن توضيحها بمثالين بسيطين . فى بركة ما ، البكتيريا والدياتومات بنى مواداً ، وفى تتابع تلتهم الكائنات الصغيرة بكائنات أكبر ، لذلك :

بكتيريا ودياتومات ← أوليات صغيرة ← أوليات كبيرة

أسمك ← حشرات مائية → دورات وقشريات صغيرة

الأسمك الكبيرة ، أو أى كائنات متوسطة ، عند موتها وتخللها ، تصبح غذاءً للبكتيريا ، وبذلك تكمل الدورة . وأيضاً قد تُؤكل الأسمك بواسطة اليلشون ، القندس المسكى أو الإنسان نفسه أو أى كائن آخر . السلسلة الغذائية على الأرض قد تتضمن الآتى :

نباتات ← حشرات آكلة نبات ، قوارض ، أو ثدييات المراعى

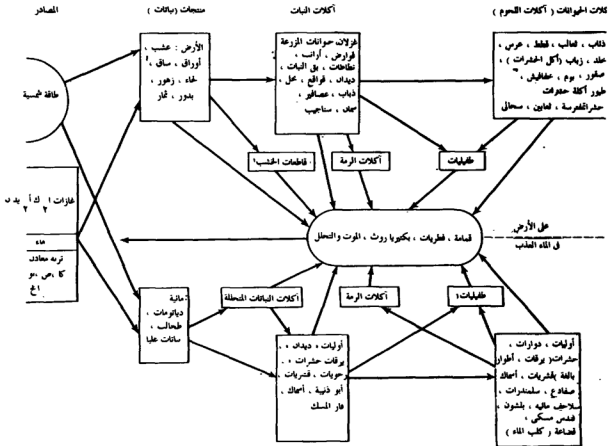
آكلات لحوم كبيرة → حشرات مفترسة أو آكلات لحوم صغيرة

ويبنى هذا بالموت والتحلل كما فى الماء .

وفى أى سلسلة لحيوانات مفترسة ، تزداد الأفراد المتتابعة فى الحجم وتقل فى العدد . سلاسل الغذاء ليست مستقيمة تماماً ، ولكن لها تفرعات عديدة ووصلات متبادلة . أى حيوان أعلى من المستوى الأصغر ، يحصل على غذاء (فريسة) يكون مناسباً لحجمه ، ووسيلته فى إستهلاكه ، متأكداً أن الفريسة لا هى صغيرة بالقدر الذى لا يستفاد منه ، ولا كبيرة بالدرجة التى لا يمكن التغلب عليها بنجاح . معظم سلاسل الغذاء الأرضية تكون أقصر (مستويات غذائية أقل) من تلك التى فى الماء ، لأن النباتات الأرضية تكون عادة أكبر حجماً ، والعديد من الحيوانات الأرضية الكبيرة تتغذى عليها مباشرة .

الكتلة الحيوية هى الكمية الكلية للمادة الحية فى مضفة معينة .

العالم هواردت . أودم قدم في دراسته على سلفر سيرنيز ، فلوريدا ، بياناً مفصلاً عن إنتقال الطاقة في مجتمع طبيعي . ينبوع الماء العذب الضخم الفريد في حالة ثبات لسنين عديدة ، يعطى يومياً أكثر من ٣٠٠ مليون جالون عند درجة حرارة ٥٢٣م تقريباً . الإنتاج الأولي يتم بواسطة نباتات مغمورة ، أساساً ساجيتاريا لوريكانا ، وطبقة قشرية من طحالب خضراء . آكلات النبات السائدة هي السلاحف المائية ، أسماك البورى ، أسماك الشمس ، أسماك أخرى ، قواقع ، بعض الحشرات ، إلخ .. آكلات اللحوم الصغيرة تتضمن أسماك الشمس ، أسماك السلور ، خنافس مفترسة ، ولا فقاريات صغيرة . آكلات اللحوم الكبيرة هي أسماك الباص الأسود كبير الفم ، أسماك الجار ، والتماسيح الأمريكية « المحللات » تضم البكتيريا وجراد الماء . دورة الكتلة الحيوية تتم بمعدل ثمانى مرات سنوياً تقريباً بإنتاجية أولية كلية ٦,٣٩ كج/ متر^٢ (٥٧,١٠٠ رطل لكل أكر) من مادة عضوية . « الهرم » بالجرامات لكل متر مربع من الكتلة الحيوية ، يشمل كائنات منتجة ، ٨٠٩ ؛



شكل ١٢ - ٤ : بعض العلاقات المتبادلة بين المواد غير العضوية ، النباتات ، والحيوانات في الطبيعة . تبين الأسهم مسار المواد من المصادر الأولية (غير العضوية) خلال كائنات متنوعة ثم العودة إلى التربة ، الماء ، أو الهواء . كل دورة تحترق سلسلة غذاء .

آكلات نبات ، ٣٧ ؛ آكلات لحوم ١١ ؛ آكلات لحوم عليا ، ١٥ ، مُحللات ، ٥ . الاختلافات بين خرج مستوى غذائي ودخل مستوى يليه تعزى إلى مواد متحللة ومواد أخرى تُجرف مع تيار الماء . صافي الإنتاج النباتي يمكن أن نضيف إليه الحيز الذي يطعمه السائحون للأسمك (٤٨٦ ك كالورى/م^٢ / سنة) .

١٢ - ٦ هرم الأعداد

شبكات الغذاء لأي مجتمع وصفها تشارلز إيلتون على أنها هرم أعداد . الحيوانات عند القاعدة تكون صغيرة وعديدة ، بينما تلك التي عند القمة تكون قليلة ولكنها كبيرة ؛ وما بينهما توجد زيادة مطردة في حجم الأفراد مع نقص في أعدادها . في الغابات متساقطة الأوراق ، على سبيل المثال ، قد يوجد المن والحشرات الآكلة الدقيقة آكلة النبات بأعداد ضخمة ، الصناكب والخنافس آكلة للحوم تكون شائعة إلى حد ما ، الطيور آكلة الحشرات أقل عدداً ، والصقور والعرس التي تقترب الطيور قليلة ومتفرقة . أصغر الأنواع حجماً يمكنها التكاثر بسرعة بسبب حجمها ، في حين أن الأفراد الكبيرة في السلسلة تكون أكثر بظناً في تكاثرها . أكبر المفترسات عند القمة تكون نادرة نسبياً فهي لذلك لا تتوافر كفرائس لأنواع أخرى . في هرم الأعداد يحدث فقد مطرد للطاقة (كحرارة) من خلال النشاط الأيضي من مستوى غذائي لآخر يليه .

١٢ - ٧ المأوى وأماكن التربة (شكل ١٢ - ٨)

الحيوانات التي تعيش في بيئات مائية كبيرة مفتوحة يمكنها تجنب الحيوانات المفترسة نظراً لقلتها الفائقة على الحركة . أنواع عديدة في البيئات المائية الصغيرة وعلى الأرض تعيش في أماكن آمنة لها منافذ للهرب أو مخاىء ، تستخدم في الإخفاء من الحيوانات المفترسة وفي أغراض أخرى . الثدييات الصغيرة ، الطيور ، السحالي ، والحشرات تقطن الأرض العشبية ، الشجيرات ، الصخور ، أو الأشجار ؛ أسماك ولا فقاريات بحرية متنوعة تأوى بين الأعشاب البحرية ، الصخور ، أو المرجان في مياه الشواطئ ، وبعض أسماك المياه العذبة تعيش وسط النباتات المائية . الخلد ، جرد الجيب ، بعض الثعابين ، حشرات متنوعة ، ديدان الأرض ، ولا فقاريات أخرى تكاد تقضى حياتها في التربة . جميع هذه الحيوانات المتنوعة يتوافر لها الأنواع المناسبة من الغذاء ، كما يمكنها الهرب من الحيوانات المفترسة ، وبالإضافة إلى ذلك فإنها تتجنب الظروف الجوية القاسية أو المؤثرات الضارة التي تتعرض لها في بيئاتها المتنوعة التي تعيش فيها .

معظم الحيوانات لها أيضاً متطلبات خاصة لأماكن التربة التي تحفظ فيها البيض وترى فيها الصغار . البعض يستخدم المأوى لهذا الغرض ، لكن البعض الآخر يبنى أعشاشاً خاصة ، كما يفعل العديد من الطيور ، بعض الأسماك ، وحشرات متنوعة . تُربى الصغار في أماكن تتوافر فيها الظروف المناسبة : في العديد من الطيور ، وبعض الثدييات ، يختار كل زوج مكاناً محدداً للإقامة فيه تتوافر فيه الاحتياجات

الغذائية سواء للأنواع أو الصغار أثناء موسم التزاوج والحضانة ، مكان الإقامة المحدد يُدافع عنه عندما يهاجم من أفراد آخرين من نفس النوع .

١٢ - ٨ الموضع البيئي والتنافس

أفراد النوع الواحد لها نفس متطلبات الحياة - الغذاء ، المأوى ، أماكن الأعشاش ، إلخ .. وجملة متطلبات الحياة تعرف بالموضع البيئي . يمكن أن يحدد الموضع البيئي أيضا بالوظيفة التي يقوم بها الكائن في المجتمع أو النظام البيئي الذي يعيش فيه . الموطن لنوع ما يطلق على البيئة التي يعيش فيها . موطن السنجاب الرمادي الشرق (**سكويرس كارولينينسيس**) هو غابات الخشب الصلب الشرقية ؛ وموضعه البيئي يمكن تحديده بالنسبة لمصدر الغذاء ، وقت التغذية ، مكان العش ، إلخ .. الأنواع التي لها مواضع بيئية متشابهة تقطن مواطن متشابهة حول العالم . الكائنات والكبير الأسترالي ، بعض آيائل أفريقيا ، البيسون بأمريكا الشمالية وأوروبا تشغل نفس النوع من الموطن - أراضي عشبية - ولها موضع بيئي غذائي متشابه - فهي من حيوانات المراعي .

تباين الأنواع في الحجم وصفات المواضع البيئية التي تشغلها . الفأر المنزل والجرد الترويجي نجحا في العيش مع الإنسان في كل مكان في العالم ، ويعزى ذلك إلى حد ما إلى الموضع البيئي الواسع لهما بالنسبة للغذاء والمأوى . الموضع البيئي لبعض الأنواع يقتصر على نوع واحد من الغذاء فقط - العرسة سوداء القدم (**موسلا نيجريس**) يقتصر غذاؤها تقريبا على كلاب البراري (نوع **ساينومس**) . الأنواع التي لها موضع بيئي واسع تعرف بذوات الموضع البيئي العام ، أما تلك التي لها موضع بيئي محدود فتعرف بذوات الموضع البيئي الخاص . وهذه الأخيرة قد تكون أكثر كفاءة في استخدام الموارد الطبيعية ، ولكن فرصتها للبقاء على الحياة أقل لأنها لا تقدر على تغيير موضعها البيئي . وفي الوقت الحالى ، فإن ذوات الموضع البيئي الخاص تقل أعدادها في مناطق عديدة ، لأنها لا تقدر على التكيف للتغيرات التي يحدثها الإنسان في البيئة .

يحدث التنافس عندما يسعى نوعان أو أكثر من نفس الموطن للحصول على نفس المتطلبات البيئية التي لا توجد بوفرة . عند تداخل الموضع البيئي لنوعين أو أكثر ، يحدث التنافس بينها . عندما يحدث تداخل بشكل واسع بين موضعين يثيين لنوعين من الكائنات ، تكون النتيجة بقاء نوع وإحتراف الآخر . وتعرف هذه الظاهرة بمبدأ جالس ، أو مبدأ الإستبعاد التنافس ، الذى يقرر أنه مامن نوعين لهما نفس الموضع البيئي يستطيعان التعايش معاً في نفس المكان وفي نفس الوقت . وقد استطاع جالس أن يختبر هذا المبدأ تجريبيا وذلك بوضع نوعين من البراميسيوم ، **براميسيوم كوداتوم** وب. **أوريلي** ، في إناء مقفل يحتوى على كمية محدودة من الغذاء . وكانت النتيجة هي موت أحد النوعين دائما .

قد تعايش بعض الأنواع المتشابهة معاً في نفس المكان (مثل أنواع الأيائل في سهول إفريقيا) ، وذلك لأن لها مواضع بيئية مختلفة أو لأن ضروريات الحياة متوافرة لها .

قد تتنافس أفراد نفس النوع فيما بينها ، وتعرف هذه الحالة بالتنافس بين أفراد النوع الواحد . وهذا التنافس له أهمية في تحديد حجم الجماعة في الحيوانات التي تعيش في أماكن إقامة محدودة في البيئة ، وتنافس عنها عند حدوث أى تعبد من حيوانات أخرى من نفس النوع (التنافس من أجل المكان) . يكفل هذا التنافس توافر الغذاء ، كما يعمل أيضا على ألا تفوق كثافة الجماعة الموارد المتاحة .

١٢ - ٩ الإقتراس

الحيوان الذى يلتهم حيواناً آخر يعرف بالمفترس ، والحيوان المأكول هو الفريسة . بعض الحيوانات تأكل أفراداً من نفس نوعها وتعرف بالحيوانات التمنية ، البعض الآخر يأكل الحيوانات الميتة وتعرف بالحيوانات الرمامة . في أى سلسلة غذاء ، يوجد بعد الحيوان الأول أكل النبات ، سلسلة متتابعة من حيوانات مفترسة . الإقتراس يختلف عن التطفل في أن المفترس يقضى على فريسته فوراً ، ولكن الطفيل يتغذى على عائلة الحى بصفة مستمرة عادة . وكما قال إلتون تعيش الحيوانات المفترسة على المصدر أما الطفيليات فتعيش على الدخل .

وبصفة عامة ، يعتقد أن المفترس يعمل على تنظيم أعداد فرائسه . وفي الواقع ، تكون العلاقة متوازنة إلى حد ما . إذا ازدادت أعداد الفرائس ، فإنها سوف تدعم عدداً أكبر من الحيوانات المفترسة ، وإذا ازدادت هذه الأخيرة أيضاً ، ازداد الإقبال على الفرائس ، مما يؤدي إلى تناقص أعدادها . وفي كلتا الحالتين ، تميل أعداد الحيوانات المفترسة إلى التقهقر خلف أعداد الفرائس ، ويعزى ذلك إلى أن المفترس الأكبر حجماً له معدل تزايد أبطأ ، على الرغم من أنه يعيش لمدة أطول . قدرة الفرائس على الإختباء تعد أيضاً أحد العوامل ، لأن فرص الفريسة للهروب من المفترس تزداد كلما زادت القدرة على الإختباء . عندما يقل عدد أفراد الفريسة عن مستوى معين ، تصبح ملاحقة المفترس لهذا النوع من الغذاء غير مجدية ، لذلك لابد للمفترس من أن يغير مصدر غذائه وإلا تعرض للهلاك . الثعلب الأحمر يفترس أنواعاً عديدة من الفرائس مثل المرموت ، الأرانب قطنية الذيل ، السنجيب ، الفئران ، الطيور ، والحشرات ، كما أنه يأكل أيضاً الفواكه والثمار اللينة ؛ ويتغير غذاؤه مع الفصل والمكان تبعاً لأنواع الغذاء المتاحة والمتوفرة . مثل هذا الحيوان المفترس ، لا تتعرض أعداده للنقصان بالمقارنة بالثعلب القطبي ، الذى يقتصر غذاؤه على البلمنج أو الأرانب التى توجد في أقصى الشمال ، إذ تتفاوت أعداد هذين النوعين من الفرائس بدرجة كبيرة من عام لعام . يعتبر الإقتراس الوسيلة الرئيسية لإعادة توزيع الإنتاجية الحيوانية وذلك بالتحول لأنسجة حيوانية أخرى عند مستويات غذائية أعلى . ويساعد الإقتراس على المحافظة على الجماعات من خلال قهرتها على تغيير عاداتها ، كما يحد من الانفجار المفاجئ والإنتهاز الجماعى في أنواع الفرائس . يعمل الإقتراس أيضاً على المحافظة على الصحة العامة لجماعات الفرائس ، وذلك عن طريق « التأثير الإنتقائى » على الحيوانات المريضة ، الصغيرة ، والمتقدمة في السن . وهذه تعتبر من أهم وسائل الإنتقاء الطبيعي ، لأنها بصفة عامة تعزل الأفراد الأقل ملائمة وبذلك تتخلص من الجينات الرديئة من المجتمع .

١٢ - ١٠ المرض

عملياً يتعرض كل نوع من الحيوانات لأمراض تسببها أنواع عديدة من الكائنات - فيروسات ، ريككتسيات ، بكتيريا ، أوليات ، ديدان متطفلة ، ومفصليات قدم وتلك الكائنات نفسها المسببة للأمراض تعتبر جماعات تتأثر بدورها بعوامل متنوعة في بيئاتها الخاصة ؛ وفي الوقت نفسه تؤثر على أعداد الحيوانات التي تعيش عليها وعلى حالتها الصحية . لذلك يعتبر المرض أحد العوامل التي تنظم أعداد الحيوانات . سوف يقتصر الإهتمام هنا على الحيوانات كطفيليات .

الطفل هو كائن يعيش على أو بداخل نوع آخر ، يعرف بالعائل ، ويحصل على الغذاء والمأوى على حساب ذلك العائل . العائل يمكنه العيش بدون الطفل ، ولكن الطفل عادة لا يمكنه العيش بدون عائله .

الطفل قد يتطفل قد يتطفل على نوع واحد من العوائل ، أو على مجموعة من العوائل المتشابهة ، أو يتنابذ على نوعين أو أكثر من العوائل ؛ كل نوع من الطفيليات ينحصر وجوده عادة في مكان معين من جسم عائله . الطفيليات الخارجية كالعلقيات والقمل تعيش على الجلد ، والطفيليات الداخلية تتطفل داخل الجسم ، في تجويف القناة الهضمية (ديدان عديدة) أو أعضاء أخرى ، في العضلات (تريخينا) أو أنسجة أخرى ، في الدم (بعض الديدان والأوليات) ، أو حتى في خلايا الدم (طفيليات الملاريا) . بعض الحشرات المتطفلة والقراد تعتبر بدورها عوائل متوسطة لأوليات طفيلية أو كائنات أخرى تنقلها لعوائل أخرى محددة (فصول ١٥ ، ١٧ ، ٢١ ، ٢٢) .

بعض الطفيليات لها تأثير ضئيل على عوائلها ، البعض الآخر يصيب عوائله بصفة مؤقتة أو دائمة وذلك بإتلاف الأنسجة أو إنتاج إفرازات سامة ؛ البعض من الطفيليات يقتل عوائله . الطفيليات الضارة تعرف بالطفيليات المسببة للأمراض .

التطفل ، مع بعض الأمراض ، يعتبر أحد العوامل التي تتحكم في تنظيم مجتمعات الحيوانات العائلية . بعض الأمثلة البارزة لهذا التحكم ، توجد بين الحشرات حيث يصبح الأمر أكثر تعقيداً بالطفيليات الثانوية ، أو الطفيليات الفوقية ، التي تتطفل على الطفيليات الأولية .

١٢ - ١١ المعاشية .

التطفل ما هو إلا درجة واحدة من العلاقات الخاصة بين كائنين من نوعين مختلفين . المجال الكلي للعلاقات الخاصة بين الأنواع يعرف بالمعاشية . حيناً يستفيد نوع من معيشته مع ، على ، أو داخل نوع آخر ، دون ضرر أو فائدة للنوع الثاني ، تعرف هذه العلاقة بالتكافل . وفي التكافل يعيش البعض على ظهر سفينة جوارنة ولكن لا يأكل من إمداداتها . ومع ذلك يحصل البعض على الفئات من « مائدة » المضيف . وفي بعض الحالات ، يرتبط النوعان مع بعضهما بصفة مستمرة كما في أنواع خاصة من الأطومات التي تثبت نفسها فقط على الحيتان أو السلاحف البحرية ، السرطانات التي

تعيش بانتظام في أنابيب بعض الديدان الحلقيّة والإيكثروبيديّة ، والسرطانات التي تقيم في التجويف الرئيسى لمخار البحر . قد يكون الإرتباط غير دائم في البعض - مثل سمكة الريمورا التي تلتصق بواسطة ممص ظهري بأسمك أخرى لتضمن الإنتقال من مكان لآخر ، سمكة القوساسف التي تأوى إلى مجمع خيار البحر ، واليومه القزم بالصحرَاء الأمريكية الغربية الجنوبية التي تستقر وتبنى العش في حفرة حفرها طائر آخر (الرفراف الذهبى) في صبار الساجوارو العملاق .

من أكثر العلاقات توثقا تبادل المنفعة ، حيث يستفيد كلا الطرفين . كمثال لتبادل المنفعة ، نجد الطيور التي تمتطي ظهور ثدييات المراعى (طائر البقر ، أو طائر النور ، على الماشية ، الخرتيت ، الخ) ، وتلتقط القراد - فتحصل الطيور على الغذاء ، وتتخلص الحيوانات الكبيرة من الطفيليات ؛ أيضا تقوم الطيور ، بسلوكها الخاص ، بتحذير الثدييات عند إقتراب الحيوانات المفترسة . بعض الأسماك البحرية ، تؤدي لها خدمات مماثلة بواسطة أسماك صغيرة وقشريات . قد يتغذى الحمل والمن بمعزل عن بعضها ، ولكن هناك أنواعا من الحمل تحفظ المن في أعشاشها وتضع على جنود أو سيقان القمح ونباتات أخرى لتتغذى . تكفل الحماية للمن ، ويستحلبه الحمل للحصول على غذائه ، وهو سائل حلو من المعى الخلفى للمن .

في حالات أخرى ، يكون الإرتباط بين نوعين من الكائنات على صورة دائمة . ومن الأمثلة المثيرة العلاقة بين الحمل الأبيض والأوليات السوطية يأكل الحمل الأبيض الخشب إلا أنه لا يقدر على هضم السليولوز ، ولكن السوطيات التي تعيش في القناة الهضمية للحمل الأبيض يمكنها هضم السليولوز ، وبذلك يصبح الغذاء متاحا لكلا الكائنين . الحمل الأبيض الذى يجرم من السوطيات تجريبيا يموت جوعا في الحال ، والسوطيات لا يمكنها أن تعيش معيشة حرة . بعض أنواع الإسفنج ، الهيدريات اللاسعة ، وشقائق النعمان تعيش بصفة منتظمة على أصداف السرطان الناسك وغيره من السرطانات . وهذه الحيوانات المحمولة تُنقل إلى مناطق جديدة غنية بالغذاء ، كما أنها لا تنجح أثناء الجُزر ، وأيضا فكفل لها الحماية إلى حد ما من الحيوانات المفترسة ؛ وفي الوقت نفسه يستفيد السرطان من هذه العلاقة إذ يحصل على بعض التقوية أو التخفى من الأعداء . تبادل المنفعة بين الحيوان والنبات يمكن مشاهدته في الهيدرا الخضراء (كلوروهيدرا) التي توجد بخلاياهاطحالب خضراء (زوكلوريلا) ، تنتج إحداهما ثاني أكسيد الكربون والأخرى الأوكسجين كنتاج ثانوى ، وفي أنبوبة مغلقة بإحكام ، يمكنها العيش لبعض الوقت بسبب تبادل المنفعة . بعض الأوليات ، الإسفنجيات ، شقائق النعمان ، المرجان ، والديدان المفلطحة يوجد بها زوككائنلا (سوطيات) ، ويُحدث تبادل مماثل بين أ^١ ، ك أ^٢ . بعض أنواع من الحمل ، الخنافس ، والحمل الأبيض تزرع وترعى « حدائق » من أنواع غير عادية من الفطر لا تعيش إلا تحت هذه الرعاية ، وهذه الفطريات هي مصدر الغذاء الوحيد لتلك الحشرات . الإنسان نفسه له علاقات تبادل منفعة مع محاصيله من القمح والذرة وحيواناته المستأنسة التي لا تنمو إلا تحت رعايته .

الإخصاب الخلطى أو التلقيح لزهور النباتات بواسطة الحشرات (أحيانا بواسطة الطيور) يعتبر علاقة تبادل منفعة واسعة الإنتشار وذات أهمية كبيرة لأن نباتات عديدة ذاتية العقم . تنتقل حبوب

اللقاح من سداة زهرة إلى جسم حشرة ثم إلى متاع زهرة أخرى . يحط نحل العسل على الزهور ليحصل على احتياجاته من الرحيق وحبوب اللقاح (فقره ٢٢ - ١٥) وأثناء ذلك يحمل حبوب اللقاح من زهرة لأخرى . العديد من مصادر الغذاء والأعلاف التي يحتاجها الإنسان تعتمد على هذه العلاقات بين الحشرات والزهور .

١٢ - ١٢ المستعمرات والمجتمعات

جميع الفقاريات ، معظم مفصليات القدم ، والعديد من اللافقاريات الأخرى تعيش معيشة حرة ، إذ يسعى كل فرد بنفسه للحصول على احتياجاته . وعلى النقيض من ذلك ، فإن الأسفنجيات ، معظم الهيدريات اللاسعة ، المرجانيات ، البرايوزوا ، القربيات ، وغيرها تعيش جالسة ، إذا ثبتت نفسها على بعض المرتكزات من الصخور ، النباتات ، أو أصداف حيوانات أخرى . وما بين هاتين الفئتين ، هناك أنواع عديدة تعيش معيشة إنفرادية ، إذ يكون كل فرد مستقلاً تقريباً ، وهناك أنواع أخرى تعيش في مجموعات ، أو مستعمرات . الأفراد العديدة لمستعمرة من البرايوزوا أو القربيات ترتبط مع بعضها تركيبياً . وفي حالات أخرى ، فإن الأفراد في مستعمرات الحشرات ، أفواج الأسماك ، أسراب الطيور ، وقطعان الثدييات الحافرية تكون منفصلة تركيبياً ولكنها متكاملة سلوكياً .

يحدث التنظيم الإجتماعى عندما تعيش معاً أفراد كثيرة من نوع واحد بشكل متكامل ، بحيث يعمل كل فرد بطريقة خاصة للصالح العام . وقد نشأت العادات الإجتماعية مستقلة في رتب عديدة من الحشرات ؛ وهى على مستوى عال في النمل الأبيض ، وفي أنواع كثيرة من النحل ، والدبابير والنمل . مراحل الانتقال من الحياة الإنفرادية إلى الحياة الإجتماعية ترتبط ظاهرياً بإستطالة فترة حياة الحيوانات البالغة وتزايد الرعاية الأبوية . النحل الإنفرادى يجهز أعشاشه بالمؤن ، يضع البيض ، ثم يرحل ، ولا يرى صغاره أبداً . النحل الإجتماعى ، من جهة أخرى ، يغذى صغاره بإنتظام أثناء التكوين . وقد تكونت فئات معينة تقوم بأعمال كالغذية ، حراسة المستعمرة ، وهكذا . فئات الشغالة والجنود تختلف في التركيب والفسولوجية ولا يمكنها العيش مستقلة . والنجاح يقلر بالنسبة للمستعمرة ككل وليس بالنسبة للفرد . المجتمع البشرى يتضمن مجموعات متكاملة من أفراد مماثلة متخصصة في حرف أو وظائف مختلفة تعمل لصالح الفرد والمجموعة ككل .

التكامل والتواصل الإجتماعى بين أفراد الحيوانات يتم بوسائل بصرية ، سمعية ، لمسية ، وكيميائية . وقد عرفت الوسائل الثلاث الأولى منذ وقت بعيد . وقد بينت الدراسات الحديثة أن الفيرومونات ، الإشارات الكيميائية ، تعمل بين أفراد النوع الواحد ، وهى شائعة الإستعمال ويتم الكشف عنها عادة بواسطة حاستى الشم أو التذوق . وقد يستجيب لها الحيوان ببطء (أو بسرعة) عند التزاوج أو سلوك آخر . بعض الحافريات ، آكلات اللحوم ، الزواحف ، وحيوانات أخرى تُعلم أماكن إقامتها المخلدة بواسطة روائح مميزة . إناث بعض أنواع الفراش تطلق فيرومونات تجتذب

الذكور على بعد ميل أو أكثر . ذكر النيتوت يتعرف على أنثاه بواسطة رائحتها . بعض الخمل ، أمسك المينو ، وأبو ذئبية تطلق مادة للتخدير عندما تحس بالخطر ، وسرعان ما تنبه الحيوانات الأخرى التابعة لنفس النوع والتي بالجوار . بعض أنواع الخمل يستجيب بسلوك الهجوم . الفرومون الذي يفرز على الأرض يرشد الخمل الباحث عن الغذاء إلى الطريق الذي يؤدي بين العش والغذاء .

١٢ - ١٣ الجماعات

جميع حيوانات النوع الواحد التي تقطن منطقة معينة تكون جماعة . بجانب أنشطة الأفراد ، فإن لكل جماعة تركيب وتنظيم محدد . تميل الجماعة إلى الزيادة والنقصان ، ولها تركيب معين بالنسبة لمعدل الجنسين وتوزيع الأعمار التي قد تتغير تبعاً للظروف . تُحدد الجماعة بالكثافة ، عدد الأفراد في وحدة مساحة . معدل التغير - زيادة أو نقصاناً - يُحدد بعدد الأفراد الجديدة المضافة (معدل الولادة) مقابل الفقد لأسباب عديدة (معدل الوفاة) . عندما تفوق الإضافة الفقد تزداد الجماعة ، والعكس صحيح . مسار الجماعة مع الوقت يمكن توضيحه برسم بياني (شكل ١٢ - ٥) .

القليل من الناس يعرفون حقيقة الجماعات الضخمة من الحيوانات والنباتات التي تعيش الآن ومعدل التغير السريع في العديد منها . الدياتومات والأوليات قد تزيد أعدادها عن مليون لكل لتر من ماء البحر . الإحصائيات التي أجريت على أعداد الكائنات الصغيرة في نصف البوصة العلوى للطبقة العليا من التربة بالقرب من واشنطن أظهرت الآتي : ١,٢٠٠,٠٠٠ من الحيوانات و ٢,١٠٠,٠٠٠ من البنور أو الفواكه لكل أكر من تربة الغابة (٢,٩٠٠,٠٠٠ من الحيوانات و ٥,١٠٠,٠٠٠ من البنور أو الفواكه لكل هكتار) ؛ تربة المروج تحتوي على ١٣,٦٠٠,٠٠٠ من الحيوانات و ٣٣,٨٠٠,٠٠٠ من النباتات . في أراضٍ المحاصيل ، تبلغ أعداد النطاط أحياناً ٢٠,٠٠٠ إلى ٢٠٠,٠٠٠ لكل أكر (٤٩,٠٠٠ إلى ٤٩٤,٠٠٠ لكل هكتار) ، والإصابات الشديدة بيض ويرقات سوس البرسيم قد يبلغ مجموعها من ٨ مليون إلى ٢٢ مليون لكل أكر (١٩,٧٠٠,٠٠٠ إلى ٥٤,٣٠٠,٠٠٠ لكل هكتار) . أعداد الكائنات الأكبر حجماً تكون طبيعياً أقل كثيراً - الطيور ٢ لكل أكر (٥ لكل هكتار) بالولايات المتحدة ، الغزلان واحد لكل ٢٥ - ٤٠ أكر (واحد لكل ١٠ - ١٦ هكتار) ، الدببة السوداء واحد لكل عدة أميال مربعة .

بعض أسراب البط الشتوية شملت أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ طائر ؛ البسون في السهول العظمى كانت أعدادها عدة ملايين ؛ قتل منها حوالي ٣ مليون في الفترة من ١٨٧٢ - ١٨٧٤ فقط . في شرق أمريكا الشمالية ، الحمام الرحال الذي انقرض الآن ، كانت أسرابه تحجب السماء لعدة أيام أثناء هجرته ، وقد قتل حوالي ١٢ مليون منها وبيعت في مدينة واحدة ميتشجان في غضون ٤٠ يوماً .

جماعات معظم الكائنات التي تضمها مجتمعات طبيعية ، تكون ثابتة إلى حد ما مع الزمن . ومع ذلك فإن لكل نوع جهداً تناسلياً أو حيوياً . وهذا الجهد له قواعد هندسية خاصة للكائنات الكبيرة

أو الصغيرة ، كما لاحظ مالتوس منذ أكثر من ١٧٠ عاماً . أنثى الذبابة المنزلية (موسكا هومستিকা) يمكنها أن تنتج ١٢٠ بيضة . إذا عاشت جميعها ، ونمت ، وتكاثرت عبر أربعة أجيال ، يكون هناك أكثر من ٢٥ مليون ذبابة . وبما أن هذا لا يحدث ، فمن الواضح أن هناك عوامل أخرى مضادة ، وتعرف هذه بالمقاومة البيئية . وهي تظهر كزيادة في معدل الوفاة أو نقصان في معدل الولادة أو كليهما .

منحنى النمو المميز للجماعة أدخلت إلى منطقة جديدة (أو جماعة من ذباب الفاكهة أو خنافس الدقيق) بدأ العمل به في مزرعة معملية وهو أسى الشكل ر (١) (شكل ١٢ - ٥) . قد يكون النمو بطيئاً في أول الأمر لأن الأفراد القليلة لا تتعارف بسرعة كافية كي يتم التزاوج . وكذلك مع التهجين الحر ، إذ يكون بطيئاً إلى حد ما بسبب طبيعة النمو الأسى . بعد أن تستقر الأمور ، يصبح النمو سريعاً جداً ، حيث يزداد بشكل أسى (مثل الربيع المركب) ؛ ولكن في النهاية يصبح فيه منحنى النمو مستويًا حيث (١) تصل الجماعة إلى الحد الذي تصبح مصادر الغذاء محدودة ، أو (٢) تكون جميع المواطن المناسبة قد شغلت ، أو (٣) تتكاثر الطفيليات والحيوانات المتهترسة بسرعة كبيرة .

وسائل التغذية الراجعة المتنوعة تعمل أيضاً على الحد من حجم الجماعة وعلى سبيل المثال ، انخفاض الدقيق توضع في زجاجة تربية وتزود بطعام وفير وتكفل لها الحماية من الأعداء ، ومع ذلك ، فإن أعدادها تصل إلى الذروة ثم تتناقص بعد ذلك نتيجة لتراكم الفضلات (البراز) . الماء الذي تنمو فيه أعداد كبيرة من الأسماك وأبو ذبابة ، يحتوي على مادة تثبط نمو حيوانات أخرى من نفس النوع . تصل المجموعة إلى حالة توازن تم تذبذب حول هذا المستوى ، ويتوقف ذلك على التغيرات في العوامل المناخية والحيوية . تعرف حالة التوازن أيضاً بمستوى التشبع ، أو سعة الحمل ، لمنطقة معينة ، بفرض أن الظروف البيئية تبقى ثابتة نسبياً ؛ وفي الواقع تتغير هذه الظروف من فصل لفصل ، من عام لعام ، وعلى مدار السنين . لذلك ، يعتبر « توازن الطبيعة » ديناميكياً ، يتغير دائماً مع التغيرات في العوامل البيئية العديدة ، البعض منها يتعرض أيضاً لتغيرات دورية .

على مواسم إنتاج الصغار لأي نوع ، فائض من الأفراد ، ويؤدي ذلك إلى ضغط الجماعة . يكون رد الفعل لإختزالاً في الأعداد ، ويتم ذلك بعدة وسائل : الإلتشار إلى مناطق أخرى ، الفقد بواسطة الإفتراس ، المرض ، أو الموت جوعاً . وهذه التأثيرات تعتمد على الكثافة ، أي أن لها علاقة بالأعداد في وحدة مساحة . عوامل الفقد تكون أشد فاعلية عندما تزداد الأعداد ، ونقل فاعليتها عندما تنخفض كثافة الجماعة . أحياناً لا تدعو الحاجة إلا لعامل واحد معتمد على الكثافة ليعمل على تنظيم الجماعة .

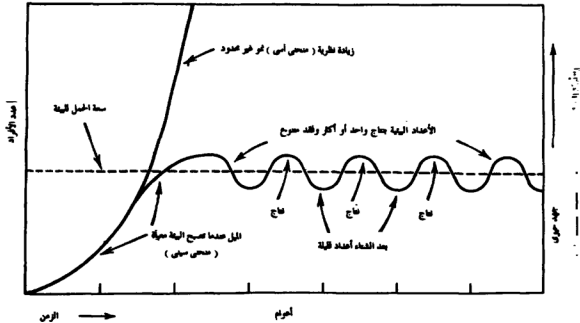
المناخ القاس غير المتوقع (أعاصير ، موجات جفاف ، فيضانات ، حرارة أو برودة زائدة)

(١) قد يكون المنحني على شكل J عندما يكون النمو سريعاً ، ويؤدي ذلك إلى الإستهلاك المفرط للموارد الطبيعية . الانخفاض في النمو يكون سريعاً جداً بعد ذلك ، ويحدث هذا قبل أن تصبح عوامل التحديد الفاتية ذات أهمية داخل الجماعة . وفي هذه الحالة يقال أن الجماعة تتهار .

لا يعتمد على الكثافة في تأثيره على إنحدار النوع . يتناسب معدل الوفاة مع أعداد الحيوانات الموجودة ، ولكن لا يوجد تأثير خاص له علاقة بكثافة الأعداد عندما تحمل الكارثة ، ما لم يكن التزاوج قد تسبب في حرمان بعض الأفراد من المأوى .

بعض الجماعات تبقى ثابتة نسبياً من عام لآخر مع بعض التغيرات الطفيفة فقط ؛ وعلى المعدل السنوي تكون الأعداد المضافة متوازنة مع تلك المفقودة . من المؤكد ، أن هناك تغيراً موسمياً خلال السنة ، الأعداد تكون أكبر بعد إنتاج الصغار مباشرة ، ثم تنخفض بعد ذلك حتى موسم التزاوج التالي . وعلى العكس من ذلك ، هناك أنواع معينة تبدى تغيرات دورية مميزة : الجراد الأوراسي ، فئران المروج ، اللمنج ، القطا المطوق ، الأرنب ذو الحذاء الثلجي ، الوشق القطبي هي أمثلة قليلة . تردد الأعداد كظاهرة في بعض الأعوام ، ثم تقل بشكل مفاجئ في أعوام أخرى . الأرنب المتغير (لبياس أمريكانس) في كندا تذبذبت أعدادها بمعدل ١ : ١٠٠٠ ، ولكن في معظم الأحوال يكون المعدل ١ : ١٠ . تناهز الدورة ١٠ سنوات . اللمنج له دورة من ٤ سنوات تقريباً .

تغيرات الجماعة الدورية لا تزال غير مفهومة تماماً على الرغم من الأبحاث المستفيضة . دورات الحيوانات المفترسة يمكن أن تفسر كاستجابة للسلوك الدوري للفرائس ، ولكن العوامل التي تحكم دورات الفرائس تعتبر أقل وضوحاً . في القوارض الصغيرة ، مثل فئران المروج واللمنج ، هناك بعض الدلائل على أن إيقاعيتها قد تنتج مبدئياً من الإستهلاك المفرط الدوري لنباتات التغذية . تتبار الجماعات تبعاً لذلك ، وتحتاج إلى ٤ سنوات تقريباً لتصل إلى مستويات الكثافة التي تستهلك



شكل ١٢ - ٥ : منحنيات نموذجية هيجماع حيوانية

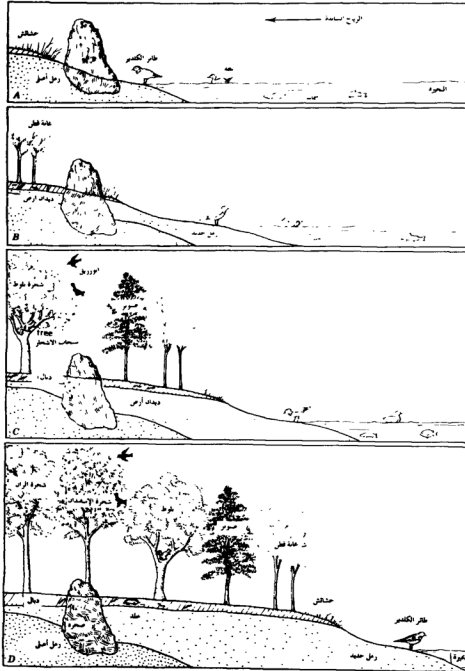
مصادر الغذاء مرة أخرى . العوامل المعتمدة على الكثافة كالإفتراس ، المرض ، وشدة التنافس تقوى مع تزايد الكثافة ، كما تساهم في الإنخفاض الحاد للجماعة . مع ذلك ، فإن التغيرات العشوائية في أعداد الجماعة قد تفسر خطأ على أنها دورات قصيرة الأمد (٣ أو ٤ أعوام) .

١٢ - ١٤ المجتمع الحيوى .

في أى مكان، توجد بين الجماعات الحيوانية والنباتية المختلفة علاقات متبادلة لتكون مجتمعاً حيوياً . تحدث تغيرات في كل جماعة من هذه الجماعات ، وهذه التغيرات تؤثر على الأجزاء الأخرى للمجتمع . بعض المجتمعات - في قطعة خشب ساقطة من شجرة ، بركة ، مرج ، أو غابة - من السهل مشاهدتها وتعديدها ، ولكن البعض الآخر كتلك التى على شاطئ بحيرة أو محيط قد تتداخل مع المجتمعات المجاورة . بعض الحيوانات الكبيرة واسعة المدى مثل العنكبوت أو النور تبنى أعشاشها في إحدى المجتمعات ، ولكنها تحصل على غذائها من مجتمعات أخرى .

بعض المجتمعات تعتبر وحدات عضوية ذات إكتفاء ذاتى ، النباتات والحيوانات تعيش مع بعضها البعض بشكل تعاونى . وكما في المجتمعات البشرية يتخصص الأعضاء في وظائف معينة - منتجون ، مستهلكون ، ومحللون - وينظمون في شبكة غذائية معقدة (شكل ١٢ - ٤) . ومع ذلك ، فإن بعض المجتمعات قد تتداخل وتتفاعل إلى حد ما مع مجتمعات أخرى . في مجتمعات معينة ، قد يكون للأفراد أشكال وحجوم مميزة ، الأفراد في قطعة خشبية ساقطة تكون صغيرة الحجم وأجسامها مفلطحة أحياناً ؛ الأفراد في المياه الجارية تكون إنسيابية الشكل . المجتمعات الكبيرة الأرضية والمائية يظهر بها الطبقة . في الغابة ، توجد حيوانات مميزة لقمم الأشجار ، الأفرع السفلية ، للحاء ، الأوراق المتساقطة المتحللة ، والترية . في البحيرة ، هناك حيوانات تعيش عند السطح (صرار الماء ، البط) ، وأخرى في الأعماق المتوسطة (بلانكتون ، أسماك) ، وقاطنات القاع (قواقع ، ديدان ، يرقات حشرات ، .. إلخ) . في أى مجتمع ، يوجد نوع واحد أو أنواع قليلة تكون هى السائدة على بقية الأنواع ، في الأعداد ، المميزات الفيزيائية ، أو كليهما . في الغابات الصنوبرية ، تكون شجرة الصنوبر هى السائدة ، ولها تأثير مسيطر إذ تظلل النباتات الأخرى والأرض ، كما تنتج غطاء من الأشواك (ذات تفاعل حامضى) . وبسبب هذه الظروف ، فإن أنواع وأعداد النباتات والحيوانات التى يمكنها العيش هناك تُحدد بدرجة كبيرة بواسطة أشجار الصنوبر .

جماعات الكائنات ويبتها غير الحية تتفاعل مع بعضها البعض مكونة نظاماً بيئياً . يوجد تدفق للطاقة والمواد خلال نظام بيئى متوازن وآليات تغذية راجعة تسهم في ثبات النظام البيئى . على سبيل المثال ، إذا ازدادت أعداد حيوان مفترس ، فإنها سوف تختزل بعد ذلك نتيجة لنُدرة الفريسة ؛ وعندما تنقص الحيوانات المفترسة ، قد تعود الفرائس إلى أعدادها السابقة مرة أخرى . وهذا النمط من التحددات والتوازنات يشبه حالة الاتزان البدنى الفسيولوجية ، أو حالة النبات ، في الكائنات . قد يحدث توازن أو لا يحدث في النظام البيئى ، ويمكن تحديد ذلك بدراسة الدخل الكلى والنواتج الكلى



شكل ١٢ - ٦ : تتابع في الغطاء النباتي وتكوين التربة على حافة بحيرة كبيرة - مهداً لوطن جديد للحيوانات . في مدى قرون عديدة يتحرك خط الشاطئ إلى داخل المساحة الأصلية للبحيرة ، وأنواع جديدة من النباتات تحل الأرض الجديدة تدريجياً . غير السنين ، تستقر أجيال الحيوانات البدئية في مواطنها الموقوفة - الأسماك والبط في الماء والكلدبير (من طيور الشواطئ) في الشاطئ الزاحف . عند تكون مواطن جديدة ، فإنها تشغل أيضا - ديدان أرض ولافتاريات أخرى في الدبال ، منا جيا متسلقة على الأشجار ، وهكذا . الصخرة عند الشاطئ الأصلي تصبح كدليل (مأخوذة عن ر . و . م بوغسايوم ، أساسيات علم البيئة تصرح من مطبعة بوكسود ، هيسبرج ،)

للطاقة والمواد . قد يُفسد الإنسان الأنظمة البيئية وذلك بتخريبه لآليات التغذية الراجعة وإبادته للمكونات الحية . عندما دُمرت جوام بإعصار عام ١٩٦٢ ، لم يحدث إختلال في التوازن العام ، لذلك كانت العودة للأحوال السابقة سريعة . وعلى العكس ، أدى إدخال الأرناب المستأنسة إلى جزيرة لايزان في عام ١٩٠٢ إلى إبادة الحياة النباتية تقريباً عام ١٩٢٣ ، عندما قضى على آخر الأرناب . وفيما بعد استعيدت الحياة النباتية تدريجياً وقد أدى ذلك إلى استرجاع النظام البيئي الفعال . العديد من الأنظمة البيئية الطبيعية المفترضة أنها متوازنة تتعرض الآن لتغيرات طويلة الأمد ، وربما غير راجعة ، نتيجة لأنشطة الإنسان .

النظام البيئي قد يكون « مقللاً » حيث تدور المواد داخل نطاقه فقط ، أو « مفتوحاً » عندما تنتقل المواد منه وإليه . تتباين الأنظمة البيئية في الحجم من أحجام صغيرة من التربة أو الماء إلى الأرض بأكملها كنظام حي فردى . حدود النظم البيئية إختيارية ، كما يضعها الباحث . النظام البيئي الذاتي الإكتفاء ، عادة ما يتضمن المكونات الآتية : منتجات (معظمها نباتات خضراء) ، مستهلكات (معظمها حيوانات) ، محللات (كائنات التحلل) ، والبيئة الفيزيائية التي تزود النظام البيئي بالمعادن ، الماء ، وضوء الشمس (فقرة ١٢ - ٥) .

عمل مكونات النظام البيئي يظهر بوضوح في جزيرة صغيرة ، حيث يوجد جهد معين للإنتاجية الأولية ، وسعة حمل محددة جيداً لكل نوع من مستويات المستهلكات .

١٢ - ١٥ التابع البيئي (شكل ١٢ - ٦)

لا يوجد خظام بيئي دائم ؛ البعض يتغير بشكل فجائى أو ببطء ، البعض الآخر يثبت لأعوام أو قرون . مع ذلك ، قد يتعرض مكان ذو مناخ ثابت لتغير جوهري في البيئة الفيزيائية أو البيولوجية ، نتيجة لذلك يحدث به تتابع أولى ، للمجتمعات : أولاً مرحلة زيادة ، ثم تغير تدريجى ، وفي النهاية مرحلة ثبات نسبياً ، أو الذروة . التابع بحيرة - بركة - مستنقع - مرج - غابة يمكن مشاهدته في مناطق عديدة ، وقد بدأت كمياه متجمدة ثم امتلكت تدريجياً وغطيت بتربة عن طريق المجارى المائية الداخلة . البحيرة المتجمدة بها تركيزات منخفضة من الأملاح الغذائية الذائبة ، لذلك كان البلاكتون قليلاً وكذلك الأسماك ؛ البركة الأقل عمقاً بها تركيزات أعلى من الأملاح المعدنية ، ونباتات حافية وبلاتكتون أكثر ، ومجموعة متنوعة من القشريات الصغيرة وبرقات الحشرات بالإضافة إلى أعداد أكبر من الأسماك ؛ المستنقع به نباتات جنبرية وفيرة ، أسماك قليلة ، ولا فقاريات مائية عديدة ؛ المرج به أعشاب وحشائش وحشرات تتغذى عليها ، ديدان أرض ، علاجيم وضفادع ، طيور متنوعة ، قران المروج ، والزباب (آكل حشرات) ؛ وفي النهاية نرى الغابة وهى بيئة أكثر حفاًفها بها أنواع أخرى من الحيوانات ، تتضمن الأنواع التي تستخدم الأشجار في الغذاء والمأوى .

مبدأ التابع البيئي له أهمية عملية بالنسبة للإنسان . أى حقل يحرث ثم يترك بدون زراعة يحدث به

تتابع من نمو نباتي . في أراضي المراعى ، يتغير الغطاء النباتي في تتابع ويتوقف ذلك على التغيرات الفصلية وكثافة الرعى بواسطة حيوانات المزرعة . في الولايات الشرقية ، عندما تُزال غابة ، سرعان ما تنمو أشجار أخرى ، ولكن الأنواع الجديدة قد لا تشبه تلك التي كانت موجودة قبلاً . في الغرب الجاف ، عندما تُزال غابة ذروة - بتقطيع الأشجار أو بالحريق - فإن ضوء الشمس المتزايد ، عوامل التربة ، والتنافس من الأعشاب والشجيرات والقوارض تؤدي جميعها إلى تتابع طويل الأمد ، وذلك قبل أن تعود مرة أخرى إلى حالتها الأصلية . يوجد أيضاً تتابع على مدى جيولوجي ، مصحوباً بتغيرات جوهريّة في مجتمعات الذروة . العينات الإسطوانية التي قطعها ديفي من قاع بحيرة بكونكتيكونت أظهرت تتابعاً عمودياً لأنواع من حبوب اللقاح تعود إلى ١١,٠٠٠ سنة (حددت بواسطة الكربون المشع) . المناخ ، كما تدل عليه أنواع النباتات ، تغير من البرودة إلى الحرارة (من الأشجار الصنوبرية والمخروطية إلى المتساقطة الأوراق الصلبة) . الانتقال من المياه العميقة الراقية إلى بركة ضحلة تدل عليه بقايا بركات الحشرات : هاموش المياه العذبة (تانتراسس) في المستوى السفلي ، ونوع المياه الراكدة (كيرونومس) في مستوى أعلى .

١٢ - ١٦ علم البيئة والحفاظة على البيئة

أى تغير في الصفات البيولوجية أو الفيزيائية لبيئة ما قد يؤثر على أنواع النباتات والحيوانات بطرق مختلفة . القوى الطبيعية التي تؤثر على الجماعات الحيوانية ، أضيف إليها نشاطات الإنسان في مناطق عديدة والتي إزدادت حدتها في القرون الأخيرة . المدنية هي في الواقع محاولة من الإنسان لتطويع البيئة لمنفعة الشخصية ، والتحضّر السريع يتضمن عادة تطويع البيئة على أضخم نطاق . قام الإنسان بقطع الغابات ، تخفيف المستنقعات ، زرع الأراضي الصحراوية ، زراعة مساحات ضخمة من الأراضي بالمحاصيل ، بالإضافة إلى ذلك قام الإنسان بمحاولات للقضاء على العديد من النباتات الأصلية (أو الدخيلة) التي اعتبرت من الأعشاب . وكل تغير أحدثه الإنسان كان له أثر كبير على العديد من النباتات والحيوانات . الزراعة ، إقامة الغابات ، إستصلاح الأراضي والرى ، المحافظة على الصحة العامة ، وتقديم العون لحيوانات الصيد والفراء ، تدخل جميعها ضمن معالجة الإنسان للبيئة بصفة مباشرة أو غير مباشرة . العمل المتقن التي تؤديه الجرارات الضخمة والمحارث الجماعية والمناشير الكهربائية ، بالإضافة إلى صناعة السموم الكيميائية التي ترش بكميات كبيرة من الجو بواسطة الطائرات أو على الأرض مباشرة للقضاء على الحشرات أو الأعشاب ، قد ضاعفت كثيراً من قدرة الإنسان على تغيير بيئته المحيطة . معظم هذه العمليات غير بناءة ؛ ولكنها تعجل من التربة بواسطة الرياح والماء بعد حرق الحشائش ، كما أنها تعري الغابات بمعدل أسرع من عملية التجلد ، بالإضافة إلى بعض التأثيرات الأخرى المتنوعة التي تظهر بوضوح في مناطق عديدة . اندثار الحضارات الكبيرة السابقة التي إزدهرت في وقت ما في الشرق الأدنى ، وهبوط قدرة النقل للإنسان في مناطق أخرى عديدة دلت على أن عمليات تطويع الإنسان للبيئة تمت بتعجل وبطريقة خاطئة ، وقد كانت مجرد عمليات إستغلال للبيئة دون النظر للمستقبل . الحضارة الإنسانية ، كأى مجتمع

نباتى أو حيوانى ، لا يكتب لها الإستمرار طالما أضربت البيئة بدون رجعة . بعض المجهودات الجارية الآن للمحافظة على المصادر البيئية المجددة (البيولوجية) تهدف إلى تصحيح بعض الأخطاء التى وقع فيها الإنسان من قبل عند معالجته للبيئة . من الواضح ، أنه يجب أن يحد من التزايد السكانى وأن توضع ضوابط لاستخدامات التكنولوجيا إذا أردنا المحافظة على البيئة فى هذا الكوكب وإستمرار حياة الإنسان عليه (فصل ٢٩)

التوزيع البيئى

الجزء من الأرض الذى توجد فيه الكائنات الحية يسمى الغلاف الحيوى . يتضمن هذا الغلاف الرقيق نسبيا العديد من المناطق ، كبيرة وصغيرة ، الملائمة للنباتات والحيوانات . أهم الأقسام الرئيسية الواضحة للبيئة التى تستخدمها الحيوانات هى المياه المالحة ، المياه العذبة ، اليابسة ، وقد تدرج هذه الأقسام فى بعضها البعض (شكل ١٢ - ٧) .

١٢ - ١٧ المياه المالحة .

المحيطات ، البحار ، والخلجان تغطى حوالى ٧١٪ من الأرض وتتضمن مواطن واسعة وثابتة . الصفات الفيزيائية تشمل (١) درجات الحرارة من ٣٢°م (٨٩°ف) فى المناطق الإستوائية إلى - ٢,٢°م (٢٨°ف) فى بعض المناطق القطبية ، ولكن نادراً ما يتعدى التغير السنوى ٥°م (٩°ف) فى أى مكان من عرض المحيط ؛ (٢) الغازات الذائبة تتغير تبعاً للتغير فى درجة الحرارة والعمق ؛ (٣) المحتوى المالحى و يبلغ معدله ٣,٥٪ (ص كل ، ٢,٣٥ ، ما كل ٣,٥ ، ص كب ٤,٤ ؛ ك كل ١١,٠٧ ؛ يو كل ٠,٠٧ ؛ ص يد ك ٠,٠٢ ؛ وغيرها) ؛ (٤) متوسط العمق فى المحيطات حوالى ١٢ ٥٠٠ قدم (٣ ٨١٠ متراً ولكن أبعد عمق هو ٣٧ ٧٨٢ قدماً (٧,١ ميلاً أو ١١,٤ كيلو متراً) ؛ (٥) الضغط يزداد بمعدل ضغط جوى واحد لكل ٣٣ قدماً (١٠ أمتار) من العمق ، لذلك تتعرض الحيوانات التى تعيش فى الأعماق البعيدة إلى ضغوط هائلة ولكنها تكيف نفسها بمعادلة الضغط داخل أجسامها ؛ و (٦) الضوء يقل إختراقه تدريجياً حتى عمق ٦٠٠ قدم (١٨٣ متراً) ، ضوء ضعيف جداً حتى عمق ٤ ٠٠٠ قدم (١ ٢١٩ متراً) ، بعد ذلك يكون إظلام تام دائم .

الحيوانات البحرية تتضمن أمثلة من جميع الشعب والطوائف عدا ذوات المائة رجل ، ذوات الألف رجل ، الأوتيكوفورا ، والبرمائيات . المشطيات ، البراكيبودا ، الكيتوجناتا ، الجلد شوكيات ، بعض الشعب الثانوية ، والحلييات الدنيا جميعها بحرية . الأنواع والأفراد تكون أكثر إنتشاراً بالقرب من السطح وتقل مع العمق ، وهناك البعض الذى يعيش فى الأعماق البعيدة . تصنيف اليبات البحرية كالآتى :

٥ - **البيلاجيك القاعى** . العمق من ٦٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ مترًا تقريباً ، منطقة الأحادييد ، الفونا تقطن الأحادييد غالباً .

المنطقة القاعية ، القاع ويقسم كالآتى :

(أ) **القاع الساحلى** (منطقة المد والجزر) يمتد من أعلى مد إلى أوطأ جزر ؛ النباتات والحيوانات بكثرة .

(ب) **القاع تحت الساحلى** ، يمتد من حد أوطأ جزر إلى حافة الرصيف القارى ، الحيوانات بكثرة ، أحواض من عشب البحر ؛ أماكن صيد السمك الرئيسية

(جـ) **القاع الغمرى** ، المنحدر القارى ، قاع **البيلاجيك الغمرى** الأوقيانوسى

(د) **القاع الأعماق** ، قاع الأعماق المتوسطة أو أسفلها حتى الحد الأعلى للأحادييد

(هـ) **القاع السحيق** ، قاع الأحادييد .

يصف الحيوانات البحرية أيضاً بيئياً كالآتى :

١ - **البلانكتون** ، كائنات طافية ، تستسلم للرياح ، الأمواج أو التيارات التى تدفعها من مكان لآخر ؛ غالباً ما يكون البلانكتون دقيقاً أو مجهرى الحجم وله سطح خارجى كبير بالنسبة للحجم ، أجزاء الجسم تكون غالباً طويلة أو مهدبة ؛ يتضمن البلانكتون العديد من الأوليات والقشريات ، بعض الرخويات ، قليلاً من الديدان ، ومجموعة كبيرة من اليرقات (من الإسفنج إلى القريبات) ونباتات دقيقة (ديانومات وسوطيات نباتية) .

٢ - **الكنون** (السوايح) ، حيوانات تسيح بحرية بمجهودها الذاتى ؛ تتضمن الحبار ، الأنماك ، الشعاب . والسلاحف البحرية ، الطيور البحرية ، الفقمات ، الحيتان ، إلخ حيوانات البلانكتون والكنون بامياه المفتوحة تعرف بالبيلاجيك .

٣ - **البنتوس** (حيوانات القاع) حيوانات ترحف على القاع ، أو تلتصق به أو تحفر فيه .

١٢ - ١٨ . المياه العذبة

تختلف عن البحر فى أنها مبعثرة ومعزولة ؛ أقل حجماً وعمقاً ؛ أكثر تغيراً فى درجات الحرارة ، المحتوى الغازى والملحى ، نفاذ الضوء ، العكورة ، الحركة ، ونمو النبات . المياه « النقية » تحتوى على كميات ضئيلة من الأملاح ، ولكن بعض المياه الملحية أو القلوية بها كميات كبيرة من الأملاح . الكربونات (خاصة كالك أ) تكون عادة أكثر الأملاح شيوعاً . بعض أنواع المياه العذبة تكون ثابتة تقريباً فى الحجم ، ولكن تلك التى فى المناطق الجافة غالباً ما تتقلب من أطوار الفيضان إلى أحجام صغيرة ، أو تجذب كلية خلال فصل واحد .

حيوانات المياه العذبة تتضمن العديد من الأوليات ، قليلاً من الإسفنجيات ، اللاسعات ، والبرايوزوا ، كثيراً من الديدان ، الدورات والقواقع ، رخويات متنوعة ذات مصراعين قشريتين ،

يرقات وأطواراً بالغه من الحشرات ، وفقاريات من الأسماك إلى الثدييات . العديد من اللاقاريات تنتج بيضاً أو أطواراً ساكنه أخرى تقاوم الجفاف أو التجبد ، وقد تدفعها الرياح لأماكن أخرى أو تُنقل مصادفة على أقدام دجاج الماء . حيوانات المياه العذبة نادراً ما يكون لها يرقات طافية . وفي أى مكان ، تتغير الأنواع والأفراد عادة بشكل واضح خلال السنة . يثبت المياه العذبة الرئيسية هي :

١ - المياه الجارية . المجارى المائية الجبلية الباردة ، الغدير والجداول والأنهار المتباعدة الأحجام تحتوى على حيوانات متحركة تميز عن بعضها تبعاً لسرعة حركة الماء ، درجة الحرارة ، المحتوى الأوكسجيني ، وطبيعة القاع . لذلك تعيش سمكة التروت فقط في المياه الباردة ، الغنية بالأوكسجين ، في حين أن سمكة الكارب تزدهر في المياه الدافئة وحتى الملوثة . الحيوانات التي تقطن المياه سريعة الجريان تكون غالباً مفطحة أو لها وسائل للتعلق بالقاع .

٢ - المياه الساكنة . تشمل البحيرات البرك المستنقعات والأهوار (شكل ١٢ - ٨) ، وهي دائمة أو مؤقتة . تنتشر المياه الساكنة من المناطق القطبية والألب إلى المناطق الإستوائية . بحيرات المناطق الباردة قد تتجمد لفترة طويلة خلال فصل الشتاء ، تلك التي بالمناطق المعتدلة قد تتجمد لفترات قصيرة ، أما بحيرات المناطق الحارة فإنها تكون مفتوحة دائماً . البحيرات الكبيرة تعتبر يثبات أكثر ثباتاً من المياه الجارية ، كما أن بها مناطق ساحلية ، قاعية ، وبلانكتون أيضاً . الماء في بحيرات المناطق المعتدلة يتعرض للدوران نتيجة للإختلاف في درجات الحرارة وفعل الرياح . في الربيع والخريف يشمل دوران الماء جميع الأعماق ، أما في الصيف فيقتصر الدوران على جزء سطحي فوق حد معين ، أو الانحدار الحرارى ، الذى يفصله عن الماء البارد السفلى الذى يكون غالباً قليل الأوكسجين ، حيث لا توجد سوى حيوانات قليلة .

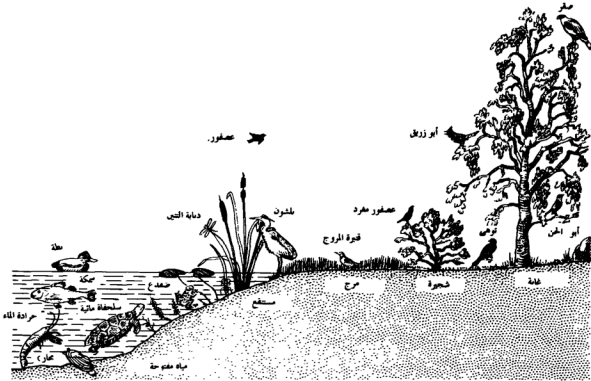
١٢ - ١٩ . اليابسه .

تفاعل العديد من العوامل الفيزيائية ، المناخية ، والبيولوجية مع بعضها البعض تنتج عنه ظروف بيئية متنوعة عديدة في القارات والجزر .

تتباين الأراضي في (١) الطبيعة الكيميائية والتركيب الفيزيائي للتربة ، والصخور المعرضة على السطح ، (٢) الطوبوغرافيا ، وتتضمن السهول ، الأراضي المنخفضة ، التلال ، الوديان ، والجبال ؛ و (٣) الإرتفاع ، ويتباين من أحواض تحت مستوى سطح البحر (وادى الموت) إلى قمم يزيد إرتفاعها عن ٢٨ ٠٠٠ قدم (٨ ٥٣٦ متراً) (قمة أفرست) . بعض المتغيرات المناخية تكون كالآتي : (١) درجات الحرارة للهواء تتباين في مناطق مختلفة من تحت درجة التجمد بكثير (حيث تتجمد التربة أيضاً) إلى ٥٦٠°ف (١٤٠°ف) في بعض الصحارى ؛ في مناطق عديدة تتغير درجة الحرارة اليومية والفصلية بمدى واسع ، ولكن هناك تغيرات طفيفة في مناطق استوائية كثيرة .

(٢) الرطوبة ، تبلغ كمية الأمطار ٥٠٠ بوصة (١٢,٧ متراً) سنوياً في أماكن أستوائية قليلة ، ولكن في بعض الصحارى تكون كمية الأمطار ضئيلة جداً ؛ المحتوى المائى للهواء والتربة يتباين من التشبع التام إلى كميات قليلة تبعاً للمكان والوقت من السنة . (٣) الرياح وضوء الشمس تؤثر على درجة الحرارة والرطوبة للهواء والتربة . الظروف الفيزيائية والمناخية تؤثر على الغطاء النباتى الذى قد ينمو على أية مساحة أرضية ، والنباتات بدورها تؤثر على الجماعات الحيوانية ، وخاصة عندما تعتمد الأخيرة مباشرة على النباتات فى الغذاء والمأوى .

الحيوانات الأرضية الرئيسية هى الثدييات ، الطيور ، الزواحف ، الحشرات ، الديدان ، والأوليات ، مع أعداد أقل من البرمائيات ، القشريات ، الرخويات ، إلخ . وجميع هذه الحيوانات لها القدرة على الحركة ، عدا بعض الطفيليات ، وتعيش على سطح الأرض ، على النباتات ، أو فى أعماق ضحلة من التربة . يثقة تحت سطح الأرض تكون أكثر ثباتاً من السطح . جميع الحيوانات التى تطير فى الهواء أو تعيش فيه تعود إلى الأرض أو الأشجار أو الصخور . التصنيفات البيئية للنباتات الأرضية تكون مبنية إما على المناخ (درجة الحرارة ، الأمطار ، الرطوبة النسبية ، إلخ) أو على التجمعات أو المجتمعات المتنوعة (المناطق البيئية) للحيوانات والنباتات الأرضية التى تعيش إلى حد ما مستقلة عن بعضها .

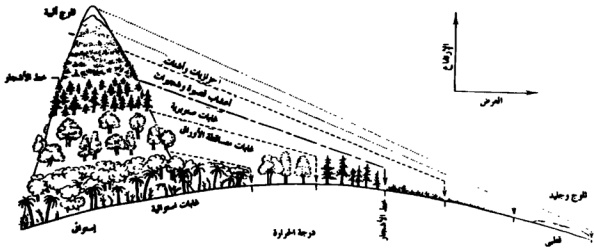


شكل ١٢ - ٨ : التوزيع البيئى لبعض الحيوانات الشائعة فى الماء العذب وعلى اليابسة . وبصفة عامة ، يفضل كل نوع مجموعة معينة من النباتات أو جزء معين من البيئة .

١٢ - ٢٠ المناطق المناخية

تُوزع النباتات والحيوانات إلى مناطق محددة جيداً ، ويتوقف هذا التوزيع بشكل عام على المناخ . الغابات المطيرة الإستوائية تقع بالقرب من خط الإستواء ، التندرا العديدة الأشجار تغطي مساحات واسعة في دائرة القطب الشمالي . يقع بين هاتين المنطقتين المتطرفتين الغابات المتساقطة الأوراق ، الغابات الصنوبرية ، الأراضي العشبية ، إلخ . تتابع مناطق الحياة له علاقة بدرجة الحرارة ، كما يتضح من العلاقة بين المناطق العرضية من الإستوائية إلى القطبية والمناطق المرتفعة عمودياً من القاعدة إلى القمة في الجبال (شكل ١٢ - ٩) . مناطق الحياة هذه تظهر بوضوح على الجبال في مناطق عديدة من العالم ؛ في غرب أمريكا الشمالية ، يمكن إختراق مناطق مميزة عند السفر لبضع أميال أو الصعود لبضع مئات من الأقدام .

هناك تصنيف يشى آخر إلى مجتمعات كبيرة يسهل تمييزها تعرف بالمناطق البيئية الحيوية (البيومات) . الأماكن التي يتداخل أو يختلط فيها بيومان تعرف بالمناطق الانتقالية . نباتات الذروة ليوم تكون من طراز متماثل أو شكل حياة موحد ، على الرغم من أن الأنواع التي توجد في اليوم تكون مختلفة في أماكن متنوعة من العالم . لذلك فإن الأوراق العريضة السمكية والغطاء الكثيف هي خصائص يوم الغابة المطيرة الإستوائية سواء في بنما ، غينيا الجديدة ، أو في أفريقيا الإستوائية ؛ يوم الأراضي العشبية يتشابه في الشكل العام للنمو على الرغم من الإختلاف في الأنواع الموجودة في كل قارة ، والصحارى الكبرى بالعالم يعيش بها نوع خاص من النباتات (يوم الصحراء) هي النباتات الشوكية وبها تحورات خاصة لحفظ الماء



شكل ١٢ ٩ : مقارنة بين المناطق العرضية والارتفاعية أو المجموعات النباتية التي تسمى البيئات للملازمة للأنواع العديدة من الحيوانات .



شكل ١٢ - ١٠ : المناطق البيئية لأمريكا الشمالية بشكل مبسط

تحدد اليوميات أساساً بالمناخ . درجات حرارة التجمد وموسم النمو القصير في منطقة القطب الشمالي تتناسب مع نمو السقاجم والنباتات القزمية للتندرا ؛ في حين أن حالات الجفاف في

الصحارى ، بسبب مجالات الجبال المجلورة التى تستنفذ الرطوبة من الرياح ، تكون صالحة لنباتات صحراوية فقط والحيوانات المرتبطة بها . يومات أمريكا الشمالية والوسطى تكون كالآتى (شكل ١٢ - ١٠)

١ - التندرا

المنطقة القطبية الشمالية الخالية من الأشجار ، يذوب الجليد بسطح التربة فقط أثناء الصيف القصير ؛ ويكون أسفل ذلك تجمد دائم ؛ الصريف ضعيف ، توجد برك ومستنقعات كثيرة ، النباتات الرئيسية هى حزازيات المستنقعات ، الأشنات ، الحلفا ، الحشائش والأعشاب القصيرة ؛ الثدييات تضم ثور المسك ، كاريبو الأرض الجرداء ، الذئب ، الثعلب القطبى ، العرسة ، الليمنج ، الأرنب القطبى ؛ الطيور المقيمة المميزة هى البومة الثلجية والبتاميجان (القطا الثلجى) ؛ العديد من الطيور المهاجرة مثل دجاج الماء وطيور الشواطئ تبنى أعشاشها فى هذه المنطقة أثناء الصيف ولكنها تعود للجنوب فى الشتاء ، لا توجد زواحف .

٢ - الغابات الصنوبرية (الشمالية دائمة الخضرة)

جنوب التندرا إلى شمال الولايات المتحدة ، وتمتد جنوباً عبر سلاسل جبلية (سيرا كاسكادا ، روكى ، وأبالاشيان) ؛ هناك منطقة أشجار صنوبرية طويلة الأوراق مميزة منفصلة فى جنوب شرق الولايات المتحدة ؛ الشتاء قارس شمالاً ، الصيف بارد ، الأمطار متوسطة ؛ توجد أشجار التنوب الفضى ، الشربين ، الصنوبر ، السيدر ، تضم غالباً شجيرات ومساحات من الأراضي العشبية ؛ الثدييات تتضمن الموط (أباتل الشمال) وكاريبو الغابات شمالاً والغزلان أو الأباتل إلى الجنوب ، أيضاً قندس الفراء - الثعلب الأحمر ، الوشق الكندى ، الدلق ، صياد السمك ، الذئب - مع الدب الأسود والأسد الجبلى ، الأرنب ذو الحذاء الثلجى ، وبعض القوارض الصغيرة فى الشمال ، ولكن توجد ثدييات كبيرة أقل فى الجنوب الشرقى ؛ الطيور متنوعة القطا ، الدخلة ، الشيكادى ، أبو زريق ، إلخ ؛ الزواحف والبرمائيات قليلة فى الشمال ولكنها تكثر فى الجنوب الشرقى ؛ سمك التروت واللبيس ، إلخ فى المياه الشمالية ، وسمك الكراكى أبو حربة ، السلور وغيرها فى الجنوب الشرقى .

٣ - الغابات المتساقطة الأوراق ، ذات الأوراق العريضة (خضراء صيفاً)

تمتد خاصة من وادى المسيسى شرقاً ؛ الشتاء بارد ، الصيف دافئ رطب وممطر ؛ أشجار البلوط ، الإسفندان ، الزان ، الدردار ، الجوز ، مع شجيرات وأعشاب عديدة ؛ من الثدييات الغزلان بيضاء الذيل ، الثعلب الرمادى ، القط البرى ، الراكون ، الثعلب ، السنجاب الطائر ؛ من

الطيور الدخلة والقيرو بكثرة ، بالإضافة إلى بعض الطيور المفردة الصغيرة ؛ الثعابين والبرمائيات عديدة

٤ - الأراضي العشبية (البرارى والسهول العظمى)

إلى الغرب من وادى المسيسى ، من تكساس إلى كندا ، الشتاء يتميز ببرد قارى قارص ، الصيف حار ، الأمطار تهطل بغزارة وهى متقطعة . تضم مساحات ضخمة من الأعشاب القوية (الجاموس ، أزرق الساق ، النجيل) ، الأشجار عملة بطول المجرى المائية ؛ من الثدييات البيسون التياتل ذات المناطيع المتشعبة ، الذئب ، الكويوت ، البادجر ، الظربان ، الأرنب الكبير (أرنب البرارى) ، ذو الذيل القطنى فى الأدغال ، السنجاب الأرضى ؛ من الطيور ، دجاج البرارى ، البوم الحفار ، الصقور الحوامية ، قبرة المروج ، من الزواحف بعض الثعابين .

٥ - منطقة الشجيرات شائكة الأغصان

هضبة الحوض العظيم بين جبال روكى وسلسلة سيرا كاسكيد . الشتاء بارد ، جاف ، مع كميات محدودة من المطر أو الثلوج ، الصيف حار . توجد الشجيرات شائكة الأغصان (أرتيميزيا ترايدنتاتا) وشجيرات أخرى مرة المذاق ، وحشائش عنقودية ؛ من الثدييات ، التيتل ذو المناطيع المتشعبة ، الأرنب الكبير ، السنجاب الأرضى ، قوارض حفارة أخرى ، الكويوت ، البادجر ، الدجاج الحكيم (أكبر أنواع القطا الأمريكى) ، توجد طيور مائية فى البرك والمستنقعات المحلية ، كما يوجد العديد من الزواحف .

٦ - الشاباتال (تلال كاليفورنيا وأجزاء من الجبال)

الشتاء ممطر (ثلجى) ، الصيف دافئ إلى حار جاف . توجد شاميز ، مانزانيتا ، وشجيرات أخرى ذات أوراق سمكية دائمة الخضرة ، من الثدييات غزلان عديدة المناطيع ، جردان الخشب ، السناجب الأرضية ، الأرنب كثيف الشعر ؛ من الطيور شراشر كاليفورنيا ، عصافير صغيرة ؛ من الزواحف السحالى .

٧ - الصحارى

تمتد من جنوب شرق كاليفورنيا إلى غرب تكساس وجنوبا . التربة صخرية أو رملية . درجات الحرارة مرتفعة فى الصيف ، المياه نادرة فى كل وقت . النباتات متناثرة . العديد من الأعشاب ينمو ويزهر بعد هطول الأمطار مباشرة من حين لآخر ؛ توجد شجيرات الكريوزوت وغيرها ؛ أشجار قصيرة ، الصبار ، إمرة آدم . الثدييات آكلات اللحوم صغيرة ، قوارض عديدة تنشط ليلاً ؛ الطيور قليلة ، السحالى عديدة ، بعض الثعابين ، البرمائيات قليلة .

٨ - الغابات الممطرة الإستوائية

بنما وأجزاء من أمريكا الوسطى . درجات الحرارة معتدلة ، الأمطار غزيرة ، والرطوبة مرتفعة . الغابات تتميز بأشجار دائمة الخضرة ذات أوراق عريضة ، توجد كروم بكثرة ، والأوركيد ، إلخ . من الثدييات المرموز ، الأوبوسوم ، الكسلان ، آكل النمل ، الخفاش ، القروود ؛ كما توجد أنواع عديدة من الطيور ، الزواحف ، والبرمائيات

التوزيع

لا يوجد نوع واحد من الحيوانات بصفة منتظمة في جميع أنحاء العالم ، لكن كل نوع يقتصر على مجال محدد ، أو منطقة توزيع . دراسة توزيع الحيوانات والعوامل التي تتحكم فيه تعرف بالجغرافيا الحيوية . يختص التوزيع الجغرافي بالعلاقات الإنشائية ، الحواجز ، وطرق الانتشار ، والأصول التاريخية ، في حين أن التوزيع البيئي يحدد أساساً بعوامل أخرى سبق وصفها .

جميع الحيوانات التي تعيش في منطقة معينة ، كبيرة أو صغيرة ، يطلق عليها إجمالاً الفونا (الاسم المقابل للنباتات هو الفلورا ؛ النباتات والحيوانات معا تعرف بإسم البيوتا) . المدى الكلي للأرض أو الماء الذي يوجد فيه نوع ما هو المجال الجغرافي . على سبيل المثال ، القندس له مجال جغرافي يضم معظم شمال أمريكا وأوروبا .

بعض الحيوانات لها مجال واسع ، وأنواع أخرى تكون محلية ؛ بعض الحشرات تعرف فقط من رقع من نباتات تغطي أفدنة قليلة فقط . معظم الحيوانات لها مجالات جغرافية أوسع . البط الخضاري يقطن مستنقعات الماء العذب في معظم نصف الكرة الشمالي ، الدب القطبي يقتصر وجوده على شواطئ القطب الشمالي والجليد ، والأفيال الحية تقطن غابات أفريقيا ، الهند ، والمناطق المجاورة .

١٢ - ٢١ العوامل المنظمة للتوزيع

كل نوع ينتج صغراً يزيد عن الأعداد التي يمكنها العيش داخل نطاق مجالها العادي ، لذلك يحدث ضغط الجماعة ، وتعمل الأفراد على توسيع رقعة مجالها . وهناك عوامل أخرى تعمل على إختزال الجماعة كالتنافس ، الأعداء ، المرضى ، نقص الغذاء ، طقس فصل قاس ، وقلة المأوى المتاحة . توزيع جميع الحيوانات ، من الأوليات إلى الإنسان ، يعتبر تبعاً لذلك ديناميكياً عن كونه متوازناً ، وهو معرض دائماً للتغير .

العوامل الخارجية التي تحد التوزيع تعرف بالحواجز . الحاجز هو منطقة غير ملائمة بيئياً لنوع ما . قد تكون المنطقة غير ملائمة بسبب (١) الحواجز الفيزيائية ، مثل الأرض للأنواع المائية ، والمجالات الجبلية ، الأنهار الكبيرة ، والمحيطات لمعظم الأنواع الأرضية ؛ (٢) الحواجز المناخية مثل درجة الحرارة (المعدل ، الفصل ، أو

القصى) ، الرطوبة (مثل المطر ، الجليد ، رطوبة الهواء ، أو رطوبة التربة) ، كمية ضوء الشمس ، وغير ذلك ؛ (٣) الحواجز البيولوجية مثل غياب الغذاء المناسب أو وجود حيوانات منافسة فعالة ، حيوانات مفترسة ، أو أمراض . العديد من الحشرات تقتصر على أنواع معينة من النباتات في الغذاء ، المأوى ، أو أماكن التريبة ، لذلك يتحكم في توزيعها العوامل التي تنظم نمو هذه النباتات .

لكل كائن حي حدود للتحمل - قصوى ودنيا - وذلك بالنسبة لكل عامل من عوامل البيئة . في بعض الحالات ، مثل التحمل لمادة سامة في التربة أو الغذاء ، قد يكون مدى التحمل ضيقاً ، في حين أن مدى التحمل لأطوال موجات الضوء المتنوعة يكون عادةً واسعاً . التغيرات التي تتعدى حدود التحمل تؤدي إلى الهجرة ، الموت ، أو البقاء على الحياة للأفراد التي تكيف نفسها للظروف المتغيرة . النوع يُحد توزيعه بجميع العوامل الخارجية ككل ، والعديد منها تعتمد على بعضها البعض . مع ذلك ، فإن المجال ومستوى التوازن لجماعة يخضع في النهاية لقانون الحد الأدنى لليبيج . يعنى ذلك أن المجال ومستوى التوازن لجماعة يُحد بالعامل الأساسي الذي يوجد بأقل مقدار أو بإحدى المراحل أو الحالات الحرجة التي يكون لهذا النوع مدى تكيف ضيق لها . كمثال لذلك ، محار الأويستر يمكنه العيش في مياه ملحة متنوعة ، لكنه لا يتكاثر إلا عند درجة حرارة لا تزيد عن حد أدنى معين .

١٢ - ٢٢ طرق الانتشار

الحيوانات حرة المعيشة التي لها أحجام معينة يمكنها الانتشار بمجهوداتها الذاتية . الطيور ، الأسماك ، وغيرها من الحيوانات التي تهاجر ، يمكنها الإستقرار بسرعة في أى مكان جديد مناسب . الحيوانات المائية الصغيرة والبرقات المائية وأحياناً بعض الأنواع المائية الكبيرة تنتشر بطريقة سلبية بواسطة التيارات المائية . العديد من الحشرات الصغيرة يحملها الهواء من مكان لآخر ، غالباً على ارتفاع يضع مئات من الأقدام من سطح الأرض ، أو على مستويات أعلى في بعض الأنواع ، ولذلك قد تنقل هذه الحشرات لأماكن جديدة . دجاج الماء المهاجر يحمل بيضاً ، بذوراً ، وسبورات مقاومة لنباتات وحيوانات إلى برك وجزر جديدة على مسافات بعيدة أحياناً . أطواف من الأشجار ، التربة ، ومخلفات قد يوجد عليها حيوانات قد تُنقل عبر أنهار كبيرة من آن لآخر بعيداً في البحر . الكائنات التي تعيش الآن بالجزر المحيطية المعزولة ربما تكونت قد نقلت إليها بمثل هذه الوسائل . الزوابع العنيفة تنقل أحياناً حيوانات حية صغيرة . تُنقل الطفيليات والحيوانات التكافلية بواسطة

عوائلها إلى أماكن جديدة .

ليس بالضرورة أن يوجد نوع ما في جميع الأماكن الملائمة له ، ولكنه يتواجد فقط في تلك التي في متناوله ، ويتوقف ذلك على ماضيه هو نفسه أو ماضى أسلافه . التوزيع الحيواني الآن هو النتيجة المشتركة للحواجز الحالية والأحوال البيئية في الماضي . ومن المعتقد أن القارات قد انفصلت منذ العصر الطباشيري أو الثلاثي المبكر ، وقد حدثت تغيرات محلية عديدة بتعلية وتعمية بمجالات جبلية ، تغيرات في تواجد بحيرات ومجارى مائية ، وتصريف أو غمر لأراضى منخفضة . بعض القارات كانت متصلة في بعض الأزمنة بواسطة جسور أرضية ثم انفصلت بواسطة بحار في عصور أخرى من تاريخ الأرض . المناخ الدافئ امتد إلى المناطق القطبية الحالية في بعض العصور ، في حين أن الجليد كان يغطي معظم نصف الكرة الشمالى عدة مرات أثناء العهد البليستوسينى الذى سبق العهد الحالى . جميع هذه التغيرات أدت إلى تغير توزيع النباتات والحيوانات . المناطق القديمة من الأرض أو الماء اختزلت أو أزيلت ، ومناطق جديدة أصبحت متاحة الآن . الكائنات الحية أرغمت على الانتقال ، العديد من الأنواع انقرضت ، ونشأت أنواع ومجموعات جديدة لتتنفع بالمناطق أو البيئات الجديدة .

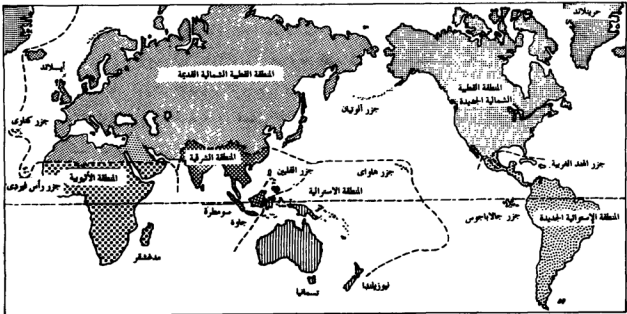
العديد من حيوانات أمريكا الشمالية تكون أكثر قرابة للأنواع التى في شرق آسيا عن تلك التى في أمريكا الجنوبية . من ذلك يمكننا أن نستنتج أن القاع الضحل لمضيق بيرينج (عمقه ٣٠٠ قدم أو ٩١ متراً) بين آلاسكا وسيبيريا كان مكشوفاً كجسر برى للحيوانات الأرضية في الماضي الجيولوجى الحديث (توجد بقايا حفريه من الغابات الحمراء ، ميتا سيكوبا على شبه جزيرة آلاسكا) ؛ برزخ بنما يعتبر جسراً آخر وقد قطع في أزمنة مختلفة في الماضي ، وبذلك فصلت الأمريكتان لعصور عديدة . الأنواع الأرضية تحتاج أيضاً إلى « جسور ييفية » مناسبة ذات بيئة ملائمة لتهاجر عن طريقها . وكمثال لذلك ، لم يستطع اليبسون الهجرة من أمريكا الشمالية إلى أمريكا الجنوبية لعدم وجود أراضى عشبية في المناطق التى توجد بينهما .

التوزيع الجغرافى

١٢ - ٢٣ المناطق الجغرافية الحيوانية (شكل ١٢-١١)

تعتبر هذه أكبر وحدات التوزيع ويمكن تمييزها بالحيوانات الأرضية المتوطنة في كل منها . كان ألفريد رسل والاس (١٨٢٣ - ١٩١٣) أول من تبين له أن المناطق الرئيسية المتنوعة بالأرض لها حيوانات خاصة مميزة مكونة من مجموعات تصنيفية تختلف عن تلك التى في المناطق المجاورة . وقد أطلق أسماء على أكبر هذه المناطق الجغرافية الحيوانية ، كما بين حدودها الجغرافية ، ووضع قوائم بأسماء

الحيوانات الأرضية المميزة في كل منطقة . هذه المناطق موضحة وموصوفة في شكل ١٢ - ١١ حدود كل منطقة والقونالخاصة بها تعكس صورة واضحة للتاريخ السابق للمجموعات الحيوانية وأيضاً للتغيرات في سطح الأرض التي سمحت بالمهجرات الحيوانية أو منعتها . من الواضح أن المنطقة الإستراتيجية قد عزلت منذ زمن طويل ويوجد بها حيوانات ونباتات فريدة . ثدييات استراليا تضم الثدييات الأولية التي تضع البيض وكيسيات عديدة ، وهذه الأخيرة « تشععت » إلى مجموعة كبيرة متنوعة من الكائنات والقفاز الضخم إلى الخلد الكيسي الحفار الصغير . وهناك دلائل كثيرة تشير إلى أن المساحات الشاسعة للأراضي الآسيوية كانت منذ زمن طويل مركزاً نشأت فيه أسلاف الحيوانات المتنوعة ثم هاجرت بعد ذلك لمناطق أخرى . الطيور الضخمة التي لا تطير توجد الآن في المناطق الجنوبية ، الإيمو والكاسواري في المنطقة الآسترالية ، النعام في المنطقة الإثيوبية ، والريا في المنطقة الإستوائية الجديدة . مثل هذا التوزيع غير المستمر يوجد أيضاً بالنسبة للتأثير في ماليزيا وأمريكا الوسطى ، والبرمائيات عديدة الأطراف (السيسيليا) في المناطق الإستوائية للعالم الجديد والعالم القديم ، وغيرها . المنطقتان القطبية الشمالية القديمة والقطبية الشمالية الجديدة تكونان أقلها إنفصالاً ، وحيواناتها معظمها مشتركة ، لذلك يُضمنان غالباً كمنطقة قطبية شمالية كاملة . وتتميز هذه المنطقة بالأيل (الغزال الأحمر) ، المؤط ، البيسون ، القندس ، المارموت ، معظم الدببة والأغنام ، البط الحضارى ، النسر الذهبي ، أسماك التروت والسمالون ، قد توجد أنواع أو مجموعات قليلة أولاً توجد في أى منطقة بمفردها ، ولكن البعض منها يكون له مجال في أجزاء من المنطقتين . ينتشر النمر من الهند إلى شمال الصين ، والأوبوسوم الفرجيني من أمريكا الجنوبية إلى الولايات



شكل ١٢ - ١١ : المناطق الجغرافية الحيوانية (مفصلة بخطوط منقطعة)

المتحلة ، والأسد الجبل في الأمريكتين . تقسم كل منطقة إلى أقسام أصغر يمكن تمييزها ، ولكل منها حيواناته المميزة إلى حد ما .

١٢ - ٢٤ فونات الجزر الجزر القارية

تقع في المياه الضحلة الملاصقة للقرارات ، ويعتقد أنها انفصلت عنها في الماضي الجيولوجي الحديث نتيجة للتغير في مستوى البحار . فونا كل جزيرة تشبه تلك التي بالأرض الرئيسية القريبة منها ، إذ أن بها أنواعا مماثلة أو تحت أنواع وثيقة القرابة . وهي تتضمن غالبا ثدييات صغيرة متنوعة ، زواحف ، وبرمائيات يعتقد أنها كانت مقيمة في المنطقة في الوقت الذي انفصلت فيه عن القارة ، وذلك لأنها لا يمكن أن تنتقل عبر الماء الملحي . الجزر المحيطية نشأت بواسطة أنشطة بركانية من أعماق سحيقة في البحر . الفونا ينقصها البرمائيات والثدييات عدا الخفاش وبعض القوارض أحيانا ، وهذه الأخيرة ربما تكون قد نقلت في مراكب السكان المحليين . الأسماك ذات المجال الواسع ، الطيور البحرية ، والثدييات البحرية تزور شواطئ هذه الجزر . الطيور والحشرات الأرضية فريدة وتتضمن غالبا أنواعا عديمة الأرجحة ، لذلك من المستبعد أن تكتسح بواسطة الزواحف . جزر جالاباجوس التي تقع تحت خط الإستواء في منطقة الإكوادور ، يوجد بها خفافيش وبعض الطيور الأرضية ، زواحف ، وكنائت أخرى تتناسب للأنواع بالأرض الرئيسية . الأنواع الرئيسية للطيور الأرضية (فصيلة جيو سيزيدي) تتضمن حوالي ٤٠ نوعا محليا معظمها شبيه بطائر الدج ، ولكن البعض يشبه الدخلة ونقار الخشب . أحد هذه الأنواع يستعمل عودا « كآداة » لاستخراج الحشرات من الشقوق . يوجد بهذه الجزر المعزولة أنواع متعددة من السلاحف الأرضية الضخمة ، وهناك أقارب لها في الأرض الرئيسية بأمريكا الجنوبية وفي بعض الجزر بالمحيط الهندي . جزر هاواي ، وهي أيضا محيطية ، يوجد بها نوع واحد محلي من الخفافيش ، ونوع واحد من الجرذان يحتمل أنه نقل بواسطة البولينيزيين . فصيلة الطيور دريانيديدي تشععت إلى أنواع عديدة تشبه الدج ، الدخلة ، المتسلق ، وأنواع بيئية أخرى . نيوزيلندا مجموعة كبيرة جداً من الجزر ، ولها صفات جزيرة محيطية . لا يوجد بها ثدييات محلية عدا الخفاش الفريد الوحيد ، ولكن يوجد بها طيور لا تطير ، المؤ الذي انقرض الآن والكيوي الحى . وأهم نوع مميز من الزواحف بها (سفينودون) يعتبر الآن النوع الحى الوحيد لرتبة انقرضت ، وجنس الضفادع الوحيد ، ليولما ، أيضا يتبع مجموعة بالدة .

١٢ - ٢٥ الحيوانات الدخيلة

العديد من الحيوانات انتقلت بواسطة الإنسان إلى مناطق لم تكن متوطنة بها ، البعض عمداً والبعض الآخر بطريق الصدفة . كثير من هذه الحيوانات الدخيلة اختفت سريعاً ، والبعض بقى ولكن بندرة ، إلا أن البعض الآخر أصبح واسع الانتشار وبأعداد كبيرة . وفي كل حالة ، تتوقف النتيجة على مدى ملائمة البيئة الجديدة ، مدى تسر موضع يئى شاغر ، مدى التنافس مع الأنواع المتوطنة ، ومدى تأثر الحيوان الدخيل بالحيوانات المفترسة والأمراض في موطنه الجديد . اليرغث ،

القمل ، الديدان الشريطية ، وطفيليات أخرى في الإنسان والحيوانات الأليفة انتشرت بطريق الصدفة مع عوائلها إلى مناطق جديدة ؛ البعض من هذه الطفيليات انتقلت إلى عوائل محلية ، كديدان الأغنام الشريطية التي انتقلت إلى الغزلان الأمريكية . ثاقب الحنطة الأوربي ، الحنفساء اليابانية ، الفراشة التورية ، الحمل الأرجنتيني ، وخطيبات الحدائق تعتبر الآن آفات دخيلة مميزة وهامة تصيب المحاصيل في الولايات المتحدة . الفأر المنزلي ؛ الجرذان النرويجية ، السوداء ، والسقفية ؛ الذبابة المنزلية ، وبق الفراش جميعها حيوانات دخيلة وقد أصبحت الآن مصدرراً عاماً للإزعاج في معظم البلدان المتقدمة . وتبذل الآن محاولات للحد من إنتشار مثل هذه الآفات وذلك بواسطة إجراءات الحجر الصحي .

هناك بعض الحيوانات أدخلها الإنسان عمداً لمناطق جديدة ، ولكنها تسببت في أضرار بالغة . أمثلة لذلك ، الأرنب الرمادي الأوربي الذي أدخل إلى أستراليا ونيوزيلندا ونافس الكيسيات المحلية ؛ الخس الهندى الذى نقل إلى جامايكا وهاواي للقضاء على الجرذان ، ولكنه بدلاً من ذلك قضى على الحيوانات المحلية ؛ « والعصفور الإنجليزي » الذى إستجلب إلى الولايات المتحدة أملاً في القضاء على الفراش النورى وثئى الذيل الدخيل ، ولكنه أصبح الآن مصدرراً للإزعاج . الزرزور الأوروى أدخل إلى الولايات المتحدة بواسطة بحى الطيور حسنى النية ، ولكنه بعد الآن آفة زراعية خطيرة .

بعض الإدخلات التى تمت بواسطة الإنسان يمكن اعتبارها مفيدة ، مثل خنافس أبو العيد التى أدخلت لغرض « المقاومة البيولوجية » للعديد من الحشرات القشرية الضارة بأشجار الفاكهة ؛ التلرج مطوق الرقية الذى نصح في ولايات عديدة كطائر صيد إضافي ؛ أسماك التروت ثرى الآن في مياه متنوعة ؛ الفرخ المخطط ، الشاد ، وأسماك أخرى وضعت في مياه الأراضى الواطئة بالشاطئء الباسيفيكي كإضافة إلى مصادر الغذاء المحلية وأسماك الصيد الأصلية .

وبصفة عامة ، فإن عمليات نقل الحيوانات المستأنسة والنباتات ليثبات جديدة والعناية بها عادت بالفائدة على الجنس البشرى . في الولايات المتحدة ، جميع الحيوانات المستأنسة تقريباً (باستثناء الدجاج الرومى) تم إستيرادها من أماكن مختلفة ، وكذلك بالنسبة لمعظم المحاصيل الزراعية . مع ذلك ، فإن عمليات النقل هذه تعتبر مخاطرة . الطفيليات والأمراض غالباً ما تكون أشد فتكاً في مواطنها الجديدة . النباتات والحيوانات غير الضارة في مواطنها الأصلية قد تصبح آفات بعد نقلها لأماكن جديدة ، مثل صبار التين الشوكى والأرنب الأوروى ، اللذان أدخلا إلى أستراليا ، كلاهما أصبح برياً وغطى ملايين الأفدنة . التين الشوكى أمكن مقاومته أخيراً وذلك بإدخال الحشرات المعادية التى تعمل على الحد من انتشاره في موطنه الأصل بالصحراء الأمريكية ؛ والأرنب أمكن تقليل أعداده باستجلاب مرض الأورام المخاطية (ميكروماتوزيس) . إدخال الحيوانات البرية إلى مناطق جديدة يشكل خطورة أكبر وكانت الأضرار التى سببتها أكثر من منافعها .

التوزيع الجيولوجي ١٢ - ١٦ الحفريات

الحيوانات التي تعيش اليوم ما هي إلا جزء فقط من حياة وفيرة ومستمرة عمرت الأرض عبر ملايين السنين . وقد أمدتنا الحفريات بدلائل عن النباتات والحيوانات السالفة . الحفري (المعنى الحرقى شيء استخرج بالحفر) هو أثر عضوى من عصر جيولوجى سابق تم حفظه بطرق طبيعية في صخور أو رواسب رخوة بحيث يقدم معلومات عن صفات الكائن الأصل .

الحيوانات الميتة تُدمر عادة بواسطة آكلات الرمة أو بالتحلل ؛ ولكن إذا غطيت سريعاً برواسب طينية تحت الماء ، بترية تحملها الرياح ، أو بغيار يركأى ، فإن التحلل سيصبح بطيئاً والأجزاء الصلبة قد تقاوم التحلل . إذا تحولت المادة المغلفة إلى صخر ، ولم يتعرض للسحق الشديد أو الحرارة الزائدة ، فإن المخلفات سوف تُحفظ لفترات طويلة . الحفري قد يكون (١) جزءاً صلباً غير متغير مثل هيكل ، سنّة ، أو صدفة ؛ (٢) قالباً ، حيث أن الأجزاء الصلبة التي كانت توجد في وقت ما ، قد تحللت وذابت في المياه التي غطتها ، وتركت بذلك تجويفاً يبين الشكل الأصل ؛ (٣) تجعجراً ، حيث ارتشح الأصل بمواد معدنية وبذلك حُفظت التفاصيل الدقيقة ؛ أو (٤) صبة من المعدن تملأ قالباً لتبين الصفات الخارجية فقط ، الأجزاء الرخوة أيضاً قد تترك أثراً في الرواسب الدقيقة . بعض التسجيلات الحفرية لأنشطة الحيوانات بقيت كأثار أقلام ، جحور ، أنابيب ، ومخلفات برازية . النباتات الحفرية شائعة كأثار أو صبات . هناك أنواع خاصة من الحفريات وهي جيف (باللحم والشعر ، الخ) الماموث والخرتيت الصوفى المتجمدة في تربة التندرا بسيبيريا وآلاسكا ؛ جلد ، شعر ، وروث الكسلان الأرضى في كهوف نيفادا ؛ هيكل الأياكل العملاقة وحيوانات أخرى في فحم المستنقعات بأيرلندا ومناطق أخرى ؛ بقايا كاملة لحشرات وحيوانات صغيرة أخرى مدفونة في صمغ العنبر (صمغ حفري) بامتداد بحر البلطيق ، آلاسكا القطب الشمالي ، ومناطق أخرى ؛ وهيكل أنواع عديدة محصورة في حفر من الأسفلت (سابقاً أحواض من القطران) بجنوب كاليفورنيا .

بجانب الدلائل التي تقدمها الحفريات عن الحياة السالفة ، فإنها تستخدم أيضاً في التعرف على الطبقات الصخرية وفي بيان التابع التاريخي والزمنى لهذه الطبقات . تقدم الحفريات أيضاً بعض المعلومات عن البيئات والظروف المناخية القديمة وعن العلاقات المتبادلة بين الحيوانات الغابرة ؛ كما تعطى بيانات هامة عن التطور العضوى للحيوانات والنباتات خلال العصور المتعاقبة (فصل ١٣) . العديد من الأنواع المعاصرة للحيوانات توجد أيضاً كحفريات ، مبنية أنها كانت تعيش في الأحقاب الجيولوجية المبكرة . تبين الحفريات أن المجموعات المتنوعة السالفة كالديناصورات وصلت إلى أوج ازدهارها ثم هلكت كلية بعد ذلك . التسجيلات الحفرية تكون مجزأة في أحسن حالاتها . المخلفات تكون أكثر اكتمالاً وعدداً في صخور العصور الجيولوجية المتأخرة ، في حين أن التراكيب الأكثر قدماً تكون أندر وأقل اكتمالاً وذلك لأن الصخور تعرضت للتخلخلات والسحق بواسطة حركات

الأرض ، أو للتغير بواسطة الحرارة .

١٢ - ٢٧ الزمن الجيولوجي

تقديرات أعمار الحفريات تؤخذ أساساً من دراسة المعادن المشعة في الصخور الحاملة للحفريات^(١) أقدم الصخور المعروفة (الأركيوزوية) يقدر عمرها بحوالى ٣,٥ بليون سنة ، وأقدم الصخور (الكاميرية) بحفرياتنا العديدة عمرها ٦٠٠ مليون سنة . الزمن منذ العصر الأركيوزومى يمكن تصوره بمقارنته بالمسافة من نيويورك إلى سان فرانسيسكو (حوالى ٣٣٠٠ ميل أو ٤٨٠٠ كيلو متر) كل سنة تمثل بـ ٠,١٣٩ بوصة (٣,٥ م) ، متوسط عمر الإنسان بـ ٩,٧ بوصة (٢٥ م) ، العصر الميسيني بـ ٢٢,٧ قدم (٧ متر) ، والزمن منذ العصر اليلستوسينى عندما ظهر الإنسان بحوالى ٢,٢ ميل (٣,٥ كيلو متر) ، مجرد مسافة قصيرة من طريق الزمن (انظر فقرة ٦ - ٢٨)

١٢ - ٢٨ انفصال القارات

قدم ألفريد ويجنر في عام ١٩١٢ نظريته التى تقول إن جميع المساحات الأرضية كانت فى الأصل تكون قارة عظمى واحدة ، بانجيا ، قبل العصر الميزوزوى (منذ ٢٣٠ مليون سنة) . وقد انفصلت القارات فيما بعد ، ووصلت إلى وضعها الحالى . ولسنوات عديدة لم تلق هذه النظرية تأييداً كبيراً ، ولكن الدلائل الجديدة تعتبر أكثر إقناعاً ، وقد استندت أساساً على التوزيع وتطور الحياة . التصور العام ، أنه كانت توجد كتلتان أرضيتان : جوندوانالاند فى نصف الكرة الجنوبي ولوراسيا فى النصف الشمالى ، ويفصل بينهما بحر تيتيز . الأرض الجنوبية ربما كانت فى المنطقة القطبية الجنوبية أثناء العصر الباليوزوى (منذ ٦٠٠ مليون سنة) طبقاً للبيانات التى حصل عليها من الصخور الحاملة للحديد والأماكن الجليدية . كوّنت جوندوانالاند أمريكا الجنوبية ، أفريقيا ، أستراليا ، وقارة القطب الجنوبي . لوراسيا نشأ منها أوراسيا ، جرينلاند ، وأمريكا الشمالية .

(١) البوتاسيوم ٢٣٥ له عمر النصف حوالى ٢٥٠,٠٠٠ سنة ويعطى رصاصاً وزنه الذرى ٢٠٦ الرصاص العادى وزنه الذرى ٢٠٧ . تحليل معدل البوتاسيوم إلى الرصاص ٢٠٦ فى صخور ساكنة يقدم مقياساً زمنياً مناسباً تخلف الطبقات التى تحوى على حفريات فى العمود الجيولوجى ، ومن ذلك يمكن معرفة الزمن الذى كانت تعيش فيه هذه الحيوانات . حديثاً جداً ، استخدمت طريقة البوتاسيوم ٤٠ الأرجون ٤٠ مع الرواسب الرسوبية . وقد ساعد ذلك فى تأكيد وتوسيع التقديرات الزمنية التى حصل عليها بطريقة البوتاسيوم - الرصاص . عمر النصف للبوتاسيوم النظر ١,٣ بليون سنة . أحدث المقاييس الزمنية هو علم الأزمه . وقد تم إقرارها عند دراسة أعداد الحفلات الشجرية ومدى تباعدها (ينطى حوالى ٨,٠٠٠ سنة) ، والسيئة المثوبة لاحتلال الكربون المشع ، كربون ١٤ (ك ١٤) (زمن تقديرى ٧٠,٠٠٠ سنة تقريباً) . ينتج الكربون ١٤ بكميات قليلة جداً بواسطة إطلاق الأشعة الكونية التى فى الجو على ك أ . بعض من ك ١٤ يدخل إلى أنسجة النبات ، وعندما يحلل بعد مئات أو آلاف السنين يمكن تحديد الزمن فى حدود معقولة من الخطأ (فقرة ٢ - ١٦)

الدلائل على الإتصالات السابقة بين القارات تتضمن (١) التطابق الهندسى للحدود القارية تحت سطح الماء على الرصيف القارى ؛ (٢) العمر ، التركيب وحركة الصخور المفترضة ؛ (٣) التسجيلات المغناطيسية القديمة ؛ (٤) البيانات عن تيارات الحمل فى الغلاف الأرضى ؛ (٥) الرواسب المنتشرة للجليد القارى فى العصر الباليوزوى المتأخر فى أفريقيا ، أمريكا الجنوبية ، الهند ، وأستراليا ؛ (٦) توزيع الحياة فى الماضى والحاضر .

زمن الانفصال فى جوند وانا لاند يُعتقد أنه من العصر الرئيسى (منذ ٣٤٥ مليون سنة) إلى العصر الطباشيرى (منذ ١٣٥ مليون سنة) ، إزداد الانفصال فى العصرين الجوراسى المتأخر (منذ ١٥٠ إلى ١٣٥ مليون سنة) ، والطباشيرى الأدنى ، وإبتعاد القارات عن بعضها استمر فى العصر الثلاثى (منذ ٦٥ مليون سنة) . التباعد الناتج فى خطوط العرض يُعتقد أنه أدى إلى تعرض الكائنات لتغيرات مناخية رئيسية . نتيجة لانفصال القارات ، فإن جماعات الأنواع التى كانت سابقاً على اتصال مباشر أصبحت منفصلة بصفة دائمة . هذا الانفصال للجماعات من المحتمل أنه أدى إلى تطور أنواع جديدة .



شكل ١٢ - ١٢ : نظرية انفصال القارات . تطابق القارات الجنوبية عند حد ال ٥٠٠ فرسخ (منطقة القطب الجنوبى عند حد ١٠٠٠ متر) . باستثناء سيلان ، التى تطابقت بالمعابة ، رسمت الخريطة بالاستعانة بالكمبيوتر (عن أ . ج . سميث و أ . هالام ، ١٩٧٠) .

مراجعة

- ١ - ما هي أهم المواد الكيميائية في اليناث الحيوانية ؟ ، وكيف تؤثر كل منها في جماعة حيوانية ؟
- ٢ - ما هي العوامل البيئية التي تساعد على زيادة أعداد نوع ما ؟ ما العوامل التي تعمل على تقليل أعدادها ؟
- ٣ - ميز بين التطفل والإفتراس .
- ٤ - ماهي الصفة الأساسية للمعايشة ؟ قارن بين التكافل وتبادل المنفعة .
- ٥ - هل هناك مزايا للتنظيم الإجتماعي ؟ هل توجد مضار ؟
- ٦ - ما هي أوجه الاختلاف بين مستعمرة حيوانية ومجتمع حيوي ؟
- ٧ - ما هو التابع البيئي ؟ أذكر مثلاً بسيطاً لذلك . هل للتابع أهمية عملية بالنسبة لشئون البشر ؟
- ٨ - ما هي بعض الخواص الفيزيائية الهامة للمياه الملمحة ؟ للمياه العذبة ؟ وللأرض كهيئة حيوانية ؟
- ٩ - في أى نوع من المناطق البيئية تعيش أنت ؟ كيف تغيرت تلك المنطقة بواسطة الإنسان ؟
- ١٠ - كيف تؤثر الحواجز على المجال الجغرافي لنوع ما ؟
- ١١ - ما هي طرق إنتشار الحيوانات من مكان لآخر ؟
- ١٢ - لماذا تكون فونا الجزر المحيطية هزيلة ومميزة في نفس الوقت ؟
- ١٣ - ما هو الحفرى ؟ كيف تتكون الحفريات ؟ ما هي أهميتها بالنسبة لمعلوماتنا عن التوزيع الجغرافي ، الماضي والحاضر ؟
- ١٤ - ما هي الوسائل التي تستخدم في معرفة تاريخ الحيوانات (أو النباتات) البائدة ؟
- ١٥ - افترض أنك بدأت في تسلق جبل بالقرب من خط الإستواء . ما هي المناطق البيئية التي ستقابلها عند صعودك. وبأى نظام ؟
- ١٦ - لماذا تكون الحيوانات آكلة اللحوم أقل عدداً بصفة دائمة من الحيوانات آكلة النباتات ؟

- ١٧ - بما أن أعماق المحيط (المناطق العميقة ، الأعماقية ، والقاعية) مظلمة ، فمن أين تحصل الحيوانات على الطاقة اللازمة للحياة ؟
- ١٨ - إذا كان مصير العديد من الصغار هو الموت ، لماذا تنتج الحيوانات عدداً كبيراً منها ؟
- ١٩ - من المعروف أن سلاسل الغذاء تكون أقصر على الأرض منها في البحر ، ماذا يعنى يعنى هذا بالنسبة لقدرة البحار على إنتاج غذاء لمواجهة التزايد السكانى ؟
- ٢٠ - أى مجموعة من الحيوانات ، متخصصة أو عامة ، توقع أنها أكثر تعرضاً للانقراض ولماذا ؟

الفصل الثالث عشر

التطور العضوى

منذ زمن بعيد ، والإنسان يبحث عن معرفة كيف ، متى وأين بدأت الحياة ، والطرق التي بها جاءت إلى الوجود تلك الأنواع العديدة من الحيوانات والنباتات . هذا الفصل يأخذ في الاعتبار بعض النظريات عن تلك الموضوعات ، والأدلة التي تأسست عليها .

ليس لدينا معرفة عن الحياة فيما عدا على الأرض ، ولكنه من المحتمل أن الحياة موجودة في مكان آخر من الكون . من بين العدد الضخم من الجرم ذاتية الإضاءة (ربما ٢٠١٠ في حدود ٢٠٠ في التلسكوب) ، كثير قد يكون له كواكب بأحوال ملائمة للحياة تشبه تلك الموجودة فوق الأرض ويقدر الفلكيون أنه يوجد على الأقل ١٠٠ مليون من مثل تلك الكواكب غير أنه يبدو أنه فيما بين جهازنا الشمسي ، قد تتواجد حياة خارج الأرض فقط من نوع بدائي جداً أو مختلف . المريخ ، المعتر طويلاً كموطن محتمل ، ليس به ماء سائل ، وجوه أساساً من ثنائي أكسيد الكربون ، ودرجات حرارة ليلية من المحتمل أن تنخفض إلى - ٥٨٠ م . الحياة فوق الأرض تبنى على الكربون ، الإيدروجين ، النتروجين ، الأكسجين ، والماء السائل ، ولكن أجهزة عنصرية أخرى قد تكون قادرة على تدعيم الحياة . وإنه ليلو تماماً أننا سوف لا نجد كائنات تشبه أكبر نباتات وحيوانات الأرض . فوق أى من كواكب مجموعتنا الشمسية .

١٣ - ١ يثبات الحياة

الأرض ربما قد نشأت من تكتف مواد غازية غاية في السخونة (الفرضية السديمية) ، أو كتكتلة منصهرة (الفرضية الكويكبية) ، في كل حالة قد نشأت الأرض من جسم سملى آخر . وبردت ببطء ، متناقصة في الحجم ، وفي الوقت المناسب إكتسبت جواً أحفظ بالماء على سطحها . وملاً الماء المنخفضات فوق السطح مكونة محيطات ، ربما قد كانت أصلاً ساخنة جداً . أقدم الصخور المعرضة تشير إلى نشاط بركاني كبير على الأرض المعرضة وقتها . الحياة ، كما نعرفها ، ما كان لها أن توجد ، لولا أن المياه والأراضي قد بردت .

١٣ - ٢ كيف نشأت الحياة

توجد عدة نظريات أساسية عن أصل الحياة .

١ - **الخلق الذاتي** : مبكراً ، كان من المعتقد أن الحياة نشأت تكراراً من مواد غير حية بواسطة الخلق الذاتي ، وقد أثبتت التجارب خطأ هذه الفكرة في القرنين السابع عشر والتاسع عشر (فصل ١٠) . ولكن النظرية الحديثة نفترض أن أول جزيئات حرة المعيشة ذاتية التكرار من DNA قد تكونت من جزيئات عضوية غير حية .

٢ - **الخلق الخاص** : حتى منتصف القرن التاسع عشر ، فإن الحياة قد افترض أنها خلقت بواسطة قوة ما فوق طبيعية ، إما مرة واحدة ، أو على فترات متعاقبة ، أو أن كل نوع افترض أنه خلق منفصلاً . هذه الفكرة خارج نطاق العلم ، وليست عرضة للدراسة التجريبية .

٣ - **النظرية الكونية الحيوانية** : البذور الجرثومية المقاومة للكائنات الحية البسيطة ، قد تكون وصلت للأرض مصادفة من مصدر آخر في الكون . البرودة القصوى والجفاف والإشعاعات المميتة للفناء بين النجوم ربما قد لا تسمح بالحياة كما نعرفها . وهذه النظرية لا تمدنا بتفسير عن النشأة الحقيقية للحياة .

النظرية الطبيعية : في وقت ما ، يزيد عن بليون سنة مضت ، أصبحت أحوال الحرارة والرطوبة ملائمة للحياة . لم يوجد أكسجين خالص ، ولكن الجو أحتوى على ميثان ، نشادر ، إيدروجين ، وبخار الماء . ومعروف من التجارب الحديثة ، أن الأحماض الأمينية مثل الجليسين والألانين ، تتج حينما تعرض للغازات المذكورة أعلاه إلى الضوء فوق البنفسجي أو إلى شحنات كهربية مثل البرق . وأيضاً فإن قاعدة الأدينين التروجينية ، قد أنتجت في المعمل بواسطة الإشعاع لخليط من الميثيلين ، النشادر ، والماء .

قد تكون تجمعات من الجزيئات العضوية تراكمت ، ربما في جيوب ضحلة ضيقة من ماء البحر ، لأنه لم يوجد وقتها بكتيريا لتسبب التحلل . وعلى مر الوقت الطويل من التطور الكيميائي ، فإن مثل هذه التجمعات تنافست (الانتقاء الطبيعي) على مخزون محدود من المواد الأولية وبقي « الأصلح » فقط . بعض من تلك « البروتينات كانت قادرة على أن تعمل كمواد حفازة ، وأخيراً أصبحت مواداً حفازة ذاتية - لها القدرة على أن تحفز تخليق جزيئات مثلها وتلك ربما قد اشتقت طاقاتها من تحمر السكريات البسيطة مثل بعض البكتيريا الموجودة حالياً . وفيما بعد تكونت مواد ذاتية التغذية ، التي أمكنها أن تستخدم الصبغيات المنتصة للضوء مثل الكلوروفيل ، لتخليق جزيئات الكربون المعقدة وتطلق أكسجيناً حراً (التمثيل الضوئي) . وقد أنتج هذا ذخيرة اليوم من الأكسجين في جو الأرض ، الذي يقدر بأن كله يمر خلال الكائنات الحية كل ٢٠٠٠ سنة تقريباً . باستخدام الطاقة الشمسية ، تكونت الطحالب الخضراء وحيدة الخلية ، وأصبحت غذاء الكائنات الأولى ، وحيدة الخلية . وطالما وصلنا إلى هذه المرحلة ، فإن الخلايا يمكنها أن تكون تجمعات ، من وحدات ماثلة

أولاً ، تتميز فيما بعد لتكون أنسجة ذات توزيع فى العمل ، كما يبدو بين الكائنات العليا

١٣ - ٣ أين نشأت الحياة

حيث أن العديد من الحيوانات البسيطة والدنيا مائية وبحرية ، وحيث أن خلايا جميع الحيوانات وسوائل الجسم فيها تحتوى على أملاح (ص كل وغيرها) ، فإنه يستنتج أن الحياة بدأت فى المحيطات . بقايا الحيوانات الأولى كلها فى صخور ذات أصل بحرى . العديد من الكائنات قد غزت فيما بعد المياه العذبة ثم الأرض ، والبعض الآخر أصبح بحرياً ثانية مثل القروش الميكرة والأسماك العظمية ، والبلوزوزور والزواحف القديمة الأخرى ، والحيتان ، عجول البحر ، وأبقار البحر بين الثدييات الحية .

١٣ - ٤ متى نشأت الحياة

إن عمر القشرة الأرضية قدرت بحوالى ٤,٦ بليون سنة . وأقدم صخور سطحية مميزة (الأركية) قد قدرت بعمر ٣,٥ بليون سنة ، والصخور الأولى (الكامبرية) التى تحتوى على العديد من بقايا الحيوانات ربما قد تكونت منذ ٦٠٠ مليون سنة (فصل ١٢) . كثير من المجاميع الحيوانية قد نشأت منذ ذلك الوقت . وقد وجدت كائنات حفرية وحيدة الخلية (معظمها طحالب خضراء زرقاء) فى صخور قدرت أعمارها بليونين من السنين ، وبقايا ليست محفوظة جيداً فى صخور عمرها ثلاثة بلايين سنة . أقدم كائن حى ، يوباكثيرم ، من صخور من هذا التاريخ . لا يوجد دليل قاطع على تغير تام فى سجل الحياة ، وعليه فإن الأحوال الملائمة لوجودها لا بد وأنها كانت سائدة فى مكان ما فوق الأرض خلال فترة ضخمة من الزمان .

١٣ - ٥ التطور

البيانات لدى الفلكيين تبين أن النجوم والمجموعات الشمسية وغيرها فى الكون ، قد تعرضت لتغير تدريجى ، أو تطور كوني . فوق الأرض توجد أدلة كثيرة على تطور جيولوجى تدريجى أدلة فى مرتفعات وتآكلات الكتل الأرضية ، فى انتقال الجزئيات فى الماء لتكون رسوبيات ، والتغيرات المناخية طويلة الأجل .

الكائنات التى تعيش الآن والأنواع العديدة فى الأزمنة الماضية المثلة فى الحفريات ، تكون إنبانياً فى الأشكال ، أكثر تعقيداً تصاعدياً ، من الأوليات وحيدة الخلية حتى اللاقاريات العليا والفقاريات . البيولوجيون يفسرون تاريخ الحيوانات (والنباتات) على الأرض بكونه عملية متواصلة من التطور العضوى ، قد أنتجت الأنواع الحالية : الكائنات الحالية تعتبر متحجرة ولكن سلالات مباشرة من أنواع أخرى عاشت فى أزمنة جيولوجية سابقة . هذا هو « تسلسل النسب مع التحور » ، العملية التى تسمى « أصل النوع » بواسطة تشارلس داروين . عمليات التطور لا تزال

في فاعليتها ، وعلى ذلك فإنها قادرة على الدراسة التجريبية . المعلومات الحالية عن نمط التطور ملخصة في التصنيف الطبيعي (شكل ١٤ - ١) ، وهو عبارة عن « شجرة نسيية » مختصرة لعالم الحيوان . بعض التشابهات والاختلافات بين الشعب المتنوعة ملخصة في جدول ١٤ - ٢ .

الأدلة على التطور العضوى مشتقة من عدة مصادر : علم الشكل المقارن : علم الفسيولوجيا ؛ علم الأجنة ؛ التوزيع الجغرافى ، من دراسة الحفريات (علم الحفريات) ، من الحيوانات والنباتات المستأنسة ، ومن التجارب . في السنين الحديثة ، قد تجمعت أدلة جديدة من مجالات الكيمياء الحيوية ، البيولوجيا الجزيئية ، علم الوراثة ، ومن الأفرع الأخرى للبيولوجيا . يتفق العلماء وكثير من الأشخاص العاديين ، على أنه توجد أدلة لنظرية التطور ، ولكن يوجد اختلاف فى الرأى فيما يختص بالعمليات ، أو الطرق ، التى بها قد تم التطور .

أدلة التطور

١٣ - ٦ المورفولوجيا المقارنة

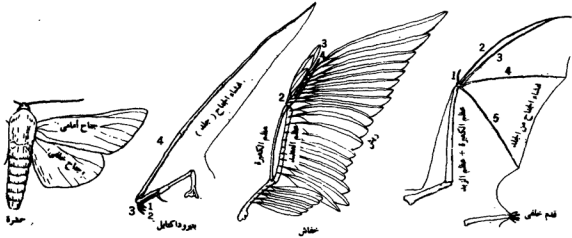
جميع الحيوانات متشابهة فى كونها مكونة من خلايا ذات صفات مشتركة عديدة . لو أن كل نوع كان قد خلق منفصلاً ، فإن الحيوانات قد تكون متباينة بدرجة لانهائية فى التركيب بلون نمط متناسق أو علاقة بين الأعضاء ذات الوظيفة المماثلة . بدلاً من ذلك ، نجد أن المجموعات الكبيرة من الحيوانات ، رغم كونها غير متشابهة كثيراً فى المظهر ، لها أجهزة عضوية متشابهة للهضم ، للإخراج ، والوظائف الضرورية الأخرى . أعضاء أية مجموعة يبدو تشابهاً تركيبياً كبيراً ؛ وعلى ذلك فإن الحشرات لها زوج من قرون الاستشعار ، ست أرجل ، وكثير من الصفات المشتركة الأخرى . وأخيراً ، فإن أعضاء النوع الواحد تشمل حيوانات ذات تركيب متشابه فيما بينها .

عند فحص الحيوانات ذات الأدلة التركيبية على التطور ، كان من الضروري أن نميز الصفات ذات الأصل المشترك (تشابه تركيبى : مضاهاة) ومن ثم دالة على نسب مشترك فى السلالة ، عن الصفات التكيفية الخالصة ذات الوظيفة المتشابهة (تناظر وظيفى) ولكن من أصل مختلف . وعليه فإن المكونات الهيكلية فى أجنحة الحفاش ، الطائر ، والبتيروداكسيل (زواحف طائرة مندثرة) متشابهة تركيبياً فى كون كلها تحورات عن نموذج مشترك للطرف الأمامى فى الفقاريات الأرضية . ولكن أجنحة الحشرات ، متناظرة فى الوظيفة فقط لتلك بين الفقاريات ؛ فرغم أنها تستخدم فى الطيران ، إلا أنها مشتقة ، ليس من أطراف ، ولكن من المحتمل كإمتدادات لجدار الجسم (شكل ١٣ - ١) .

الدراسات فى المورفولوجيا المقارنة ، علم الأجنة ، وعلم الحفريات ، تجعل من الممكن تتبع أصل الزوائد فى الفقاريات من ثنيات جانبية على الجسم فى الحلييات الدنيا حتى الزعانف فى القروش والأسماك العظمية . الزوائد فى بعض الأسماك الحفرية (لحمية الزعانف) بها أجزاء هيكلية يمكن

مماثلتها بعظام الأطراف في الفقاريات الأرضية . الأطراف في تلك الأخيرة تبنى مجالاً متسعاً في التحورات التكيفية لاستعمالات خاصة ، عن طريق تغيرات في الطول أو عن طريق التحام أو اختزال لأجزاء منها (شكل ١٣ - ٢) ؛ وعليه فكلها متشابهة تركيبياً ، مشتقة من الطرف خماسي الأصابع .

التشابهات التركيبية موجودة في كل جهاز عضوي للفقاريات ، من الأدنى حتى الأرقى بما فيها الإنسان . المقارنة بين الأجهزة العضوية في فصول ٣ حتى ٩ ، تمد ببعض الأدلة القاطعة عن التطور (أنظر أيضاً فصول ٢٤ إلى ٢٧) . في جميع الفقاريات (١) يشتمل الجهاز العصبي على مخ أمامي بأجزاء متشابهة ، أعصاب مخية مزدوجة ، جبل عصبي ظهري واحد ، وأعصاب شوكية مزدوجة لكل قطعة جسمية ؛ (٢) محفظة المخ يتبعها عمود شوكي مفصل من فقرات منفصلة يدعم الجسم ويحيط بالحبل العصبي ؛ (٣) القناة الهضمية تقع في الجهة البطنية للفقرات ، وتشمل كبداً وبنكرياساً كغدد هضمية رئيسية ؛ (٤) القلب ، الذي يقع بطنياً ، يتصل بجهاز مقفل من أوعية تحتوي على دم به كرات بيضاء وحمرات ، (٥) الجهاز الإخراجي والتناسلي يبدآن عدة صفات تماثلية في التركيب . في كل جهاز وعضو ، يوجد اتفاق فيما يختص بالوضع في الجسم والشكل العام وحتى في التركيب الجوهري للنسجة . وتبعاً لذلك ، فإن الحيوان البرمائي ، الزاحف ، أو الثديي يفيد على نفس المستوى في دراسة أساسية للتشريح الفقاري .



شكل ١٣ - ١ : تناظر بين أجنحة الحشرات (بدون هيكل داخلي) والفقاريات ذات هيكل - ذات وظيفة مماثلة ولكن ذات أصول مختلفة . التشابه في التركيب في عظام جناح الفقاريات ، كلها مشقة من النموذج العام للطرف الأمامي في الفقاريات الأرضية ، ولكنها متحورة ببيان . بيرودا كمال (زواحف مندثرة) بأصبع رابع طويل ، طائر بالأصبعين الأول والخامس غائبين ، الأصبعان الثالث والرابع ملتصقان جزئياً ، الحفاح بالأصبعين الثاني والخامس طويلين .

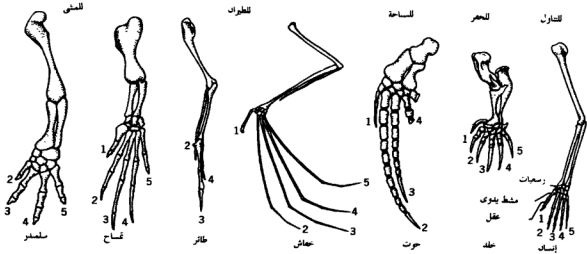
الأجهزة العضوية ليست متشابهة تماماً ولكنها تبدى تغيرات تصاعدية من الأسماك إلى الثدييات ، في المخ ، يكون الاتجاه (شكل ٩ - ٢) نحو كبر القصين المخيين ، وهما مراكز الأنشطة العقلية ، وأيضاً كبر المخيخ ، أو مركز الترابط . القلب مكون من حجرتين في الأسماك ، ثلاث حجرات في البرمائيات ومعظم الزواحف ، وأربع حجرات في الطيور والثدييات ، وأخيراً ينفصل تماماً الدم الوريدي والدم الشرياني (شكل ١٣ - ١٣) . في الأعضاء الإخراجية ، تصريف الفضلات يكون أولاً من السيلوم وفيما بعد من الدم فقط (شكل ٧ - ٤) .

بطريقة مماثلة ، يوجد كثير من التشابهات التركيبية بين اللافقاريات . كل مفصليات القدم ، لها أجسام عقلية بغطاء كيتيني ، سلسلة زوجية من زوائد مفصلية ، حبل عصبي بطني مزدوج ، وكثير من الصفات المشتركة الأخرى . يوجد أيضاً حبل عصبي بطني مزدوج في الديدان الحلقية ، الرخويات الأولية ، وبعض اللافقاريات الأخرى .

١٣ - ٧ الفسيولوجيا المقارنة

كثير من التشابهات الأساسية في الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية يوازي الصفات المورفولوجية للكائنات .

١ - التصنيف المبني على تركيب بلورات الأوكسى هيموجلوبين من دم الفقاريات ، يوازي

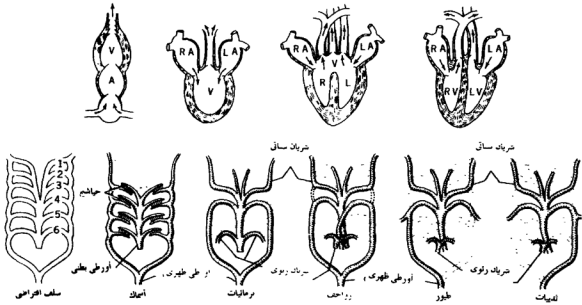


شكل ١٣ - ٧ : تشابه في التركيب وتكيف في عظام الطرف الأمامي الأيسر في الفقاريات الأرضية . الأطراف متشابهة في التركيب ، حيث تتكون من عظام متشابهة (العنق ، ورسغيات .. الخ) ، التي تكون في كل نوع من الحيوانات متكيفة لاستخدامات خاصة عن طريق اختلافات في الطول ، الشكل والحجم للعظام المتوقعة ؛ ١ - ٥ ، أصابع .

التصنيف المبني على تركيب الجسم . البلورات من كل نوع واضحة ، ولكن كل البلورات التي من نفس الجنس ذات بعض الصفات المشتركة . وعلاوة على ذلك ، فإن بلورات جميع الطيور لها بعض التشابهات ، ولكنها تختلف عن البلورات التي يحصل عليها من دم الثدييات أو الزواحف .

٢ - إختبارات الترسيب هي تفاعلات لمصل الدم . في مثل هذه الإختبارات ، يكون مصل الإنسان أقل تمييزاً من مصل القردة العليا (الغوريلا ، الشمبانزي .. إلخ) وأكثر تمييزاً من مصل الرئيسيات الأخرى (القروود) وأيضاً أكثر تمييزاً من مصل الثدييات الأخرى . أمصال الثدييات ، بالتالي ، مميزة بوضوح عن أمصال الفقاريات الأخرى .

٣ - بعض الهرمونات المشتقة من الغدد الصماء ، تبدى تفاعلات مشابهة حينما تحقن في حيوانات مختلفة كثيراً . الغدة الدرقية في الماشية تنظم معدل الأيض فيها ؛ مستخلص هذه الغدة قد تُعطى للإنسان الذي لديه نقص في إفراز عدته الدرقية ، كي يسرع أيض جسمه . إذا ما أضمت



شكل ١٣ - ٣ : التشابه في التركيب والتابع الجنيني في الأقواس الأورطية وحجرات القلب للفقاريات . أسفل : ستة أزواج من الأقواس تتكون في أجنة جميع الفقاريات ، ولكن الأجزاء المبينة بخطوط منقطعة تختفي فيما بعد . في الفقاريات الأرضية ، الزوج الثالث دائماً يكون الشرايين السباتية ، الرابع يصبح الأقواس الجهازية لتكون الأورطى الظهرية ، ولكن الأيمن فقط يبقى في الطيور والأسماك في الثدييات ، القوس السادس دائماً يكون الشرايين الرئوية . أسفل : القلب الجنيني دائماً يبدأ بأذين واحد A وبطين واحد V ؛ ويبقى كذلك في الأسماك . ينقسم الأذين (RA, LA) في الرمائيات ؛ والبطين ينقسم جزئياً في الزواحف و كلية (RV, LV) في الطيور والثدييات . في أجنة الأنواع العليا الأقواس والعرف تنمو بالتدرج خلال تتابع الأطوار الموضحة . الأسهم تشير إلى مساوات تدفق الدم .

الغدة الدرقية للبرق أو الأغنام لأى ذنبية فى الضفادع ، الذى أزيلت منه الغدة الدرقية ، فإن أبا ذنبية ينمو عاديا ويتحول إلى ضفدع .

٤ - كثير من الإنزيمات الهضمية الفردية الموجودة فى الحيوانات المختلفة ، متشابهة أساسا فى التأثير الفسيولوجى . الرئيس ، الذى يؤثر على البروتينات ، يوجد فى كثير من الحيوانات من الأوليات إلى الإنسان ؛ والأميليز ، الذى يؤثر على النشويات ، يوجد فى الحيوانات من الأسفنجيات إلى الثدييات .

٥ - الطراز النوى

عدد الكروموزومات والصفات المورفولوجية ، أحيانا تقدم دلائل داعمة عن الأصول التطورية ، والعلاقات والاتجاهات بين الأنواع ونحت الأنواع . أشكال الكروموزومات ، المفيدة فى مثل هذه الدراسات ، عبارة عن أنشوطات مميزة أو صور أخرى ناتجة من تعاكسات ، إزالات .. إلخ ، ومخط سطحي كما يوجد فى الكروموزومات اللعابية للدروسوفيلا . المعلومات عن الطراز النوى مع إختبارات التناسل بقدر الإمكان ، غالبا ما تسمح للفاحص بأن يتتبع الأحداث الخلوية الوراثية فى التطور بتفصيل ملموس .

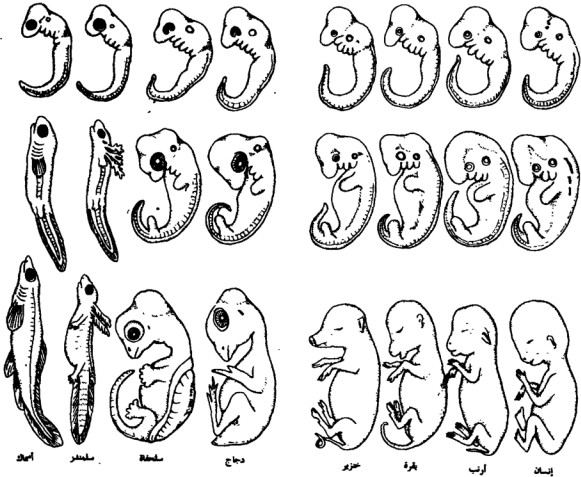
١٣ - ٨ علم الأجنة المقارن

فيما عدا لأنواع قليلة متخصصة من التكاثر ، فإن كل حيوان عديد الخلايا ينشأ من زيجوت ، أو بيضة مخصبة (فصل ١٠) . البيضة فى كل نوع لها قدرة مميزة أن تنتج فرداً من هذا النوع ، ولكن توجد عدة صفات للنمو الجنينى مشتركة لأعضاء أية مجموعة حيوانية . البيض المخصب ينقسم ، يمر خلال طور البلاستيولا وطور الجاسترولا ثنائية الطبقات ، ثم يصبح متميزا بتنوع . أنواع كثيرة من اللاقاريات لها يرقة مطوقة . بيض الفقاريات يختلف بعض الشيء فى طريقة التفلق تبعاً لكمية المح الموجودة (شكل ١٠ - ٩) ، ولكن الأجنة المبكرة لجميع الفقاريات متشابهة كثيراً ؛ فيما بعد ، تصبح أجنة كل طائفة متميزة ، ثم تصبح صفات العائلة والنوع واضحة (شكل ١٣ - ٤) . الجنين المتبدى فى بيضة الدجاجة ، له أولاً أساسيات الفقاريات من حبل ظهرى ، جهاز عصبي ظهرى ، وجيوب خيشومية ؛ فيما بعد ، يكتسب الجنين صفات الطائر مثل المنقار والأجنحة ؛ ثم متأخراً ، تظهر سمات الكتكوت بدلاً من حمامة أو بطة .

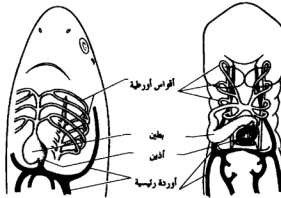
جنين السمكة يكون فتحات خيشومية مزدوجة ، خياشيماً ، أقواساً أورطية ، وقلباً من حجرتين ؛ تلك كلها تبقى فى الطور الياقاع لتعمل فى التنفس المائى . تركيبات متشابهة تظهر فى جنين الضفدع ، وهى ضرورية أثناء حياة يرقة الضفدع فى الماء التى تشبه حياة السمكة . ولكن ، حينما تتحول اليرقة إلى ضفدع يتنفس الهواء ، فإن الخياشيم والفتحات الخيشومية تختفى ، تصبح الرئتان فعاليتين نحو التنفس فى الهواء ، الأقواس الأورطية تتغير لتخدم التركيب الياقاع ، والقلب ثلاثى

الحجرات لدورة الدم لكل الجسم والرتتين . يبدأ الحيوان اليرماني بصفات معينة تشبه الأحماك ، ضرورية ليرقة مائية ، ثم تتغير هذه فيما بعد للحياة الأرضية . والمدهش أن الأجنة المبكرة للزواحف ، والطيور ، والثدييات تكون أيضاً مغطاة يشبه السمكة من الفتحات الخيشومية ، الأقواس الأورطية ، والقلب ذى الحجرتين (شكل ١٣ - ٥) ، رغم أن أى من هذه الأجنة ليس له يرقة مائية ، وكلها تنفس فقط بالارتئ بعد الولادة . الفتحات الخيشومية الجينية سرعان ما تغلق ؛ الأقواس الأورطية المزدوجة تصبح الشرايين السباتية وشرايين أخرى (شكل ١٣ - ٣) ؛ وسرعان ما يصبح القلب ثلاثي الحجرات ، ورباعي الحجرات فيما بعد في الطيور والثدييات .

وجود فتحات خيشومية ، وأقواس أورطية مزدوجة في أجنة الزواحف ، الطيور ، والثدييات لا يفسر بنظرية الخلق الذاتي ، ولكنها في ظل نظرية تطور ، تعتبر بوضوح بقايا سلفية . السجل



شكل ١٣ - ٤ : سلسلة من أجنة الفقاريات في ثلاثة أطوار متتابعة ومختلفة من النمو . أعلى : الجميع متشابهة كثيراً في التطور المبكر . الوسط : التمييز واضح ، ولكن الثدييات الأربعة (جهة اليمين) متشابهة تماماً أسفل : فيما بعد تصبح الخصائص المميزة لكل واضحة . (عن هيكل ، ١٨٩١) .



شكل ١٣ - ٥ : أدلة جنينية عن التطور . إلى اليسار : قرش يافع . إلى اليمين : جنين إنسان ٣ م طولاً ، بقلب ذى حجرتين ، أفراس أورطية مصددة ، وأوردة رئيسية . قارن مع شكل ١٣ - ٣ .

المخفى بين أن الفقاريات المائية ، التي تنفس بالخياشيم قد سبقت الأنواع الأرضية ذات التنفس الهوائي . من الوجهة الزمنية ، فإن تنابع ظهورها كان : الأسماك ، البرمائيات ، الزواحف ، الطيور ، والثدييات (أنظر الصفحات الأخيرة) . البرمائيات تمثل مرحلة وسطية ، خلالها كل ضفدع لا تزال تمر من التنفس المائي إلى التنفس الهوائي .

تلك وحقائق كثيرة أخرى توضح المبادئ الأساسية للنمو الجنيني التي وضعها فون بير (ألماني ، ١٧٩٢ - ١٨٧٦) : (١) تظهر الصفات العامة قبل الصفات الخاصة . (٢) من الأكثر عموماً ، تنشأ الصفات الأقل عموماً وفي النهاية الصفات الخاصة . (٣) الحيوان ، أثناء نموه ، يحيد تصاعدياً عن الشكل لحيوانات أخرى . (٤) الأطوار الصغيرة لحيوان ما ، تشبه المراحل الصغيرة (أو الجنينية) لحيوانات أخرى أقل في التدرج ، ولكنها لا تشبه الأطوار الياقعة لتلك الحيوانات . الاقتباس الشائع « نظرية التناسخ » أو « قانون النشوء الأحيائي » (هيكل (ألماني ١٨٣٤ - ١٩١٩) ينص على أن كل كائن فرد في نموه (تاريخ نمو الفرد) ، يميل إلى أن يعيد باختصار الأطوار التي تمر بها أسلافه (تاريخ نشوء المجموع) . « قوانين » فون بير تعطي نصاً أكثر دقة . نمط النمو الجنيني في مجموعة من الحيوانات المقاربة قد يحتوي على صفات تعكس ماضيها ، ولكن كثيراً من التجديدات تُركب حتى أنها غالباً ما تطمس النموذج السلفي . وعلى ذلك ، لا يوجد تناسخ تام . ولقد أضيف إلى الصفات القديمة (تناسخية) للأجنة ، صفات أخرى حديثة (مستحدثة) . بعض من تلك الأخيرة يظهر مبكراً في نمو الفرد ، مثلاً كما في الأغشية الجنينية للزواحف ، والطيور ، والثدييات ، تلك هي صفات « جديدة » ، غير موجودة في الفقاريات الدنيا ، غير أنها لازمة لحماية الأجنة في الفقاريات الأرضية (شكل ١٠ - ١٢) . وثمة تعقيد آخر ، هو حذف أو تداخل الصفات التكوينية بالنسبة لأحوال بيئية خاصة ، مثل غياب يرقات طافية في حالة قشريات المياه الحلوة وحذف الأطوار اليرقية حرة العيش في بعض الضفادع (مثل ، أليوثيرو داكوتايلاس) والسلمندر البليودونتي . اليرقات قد تصل أحياناً إلى النضوج الجنسي وقد تتكاثر (تناسل الصغار) . القريبات

البرقية بفتحاتها الخيشومية وحبلها الظهري ، قد تكون بدأت الخط الحبل ، وريقة ذوات الألف رجل ذات الأرجل الستة ، بنسوجها الجنسي واحتفاظها رغم ذلك بصفتها البرقية ، قد افترضت أن تكون سلفا للحشرات .

١٣ - ٩ الأعضاء الضامرة

الأعضاء التي ليست لها وظيفة وذات حجم ضامر تسمى أعضاء ضامرة . من وجهة نظر الحلق الذاني ، تعتبر هذه الأعضاء صعبة التفسير ؛ ومن وجهة نظر التطور فمن الواضح أنها صفات كانت فعالة وضرورية في أسلافها ولكنها الآن في طريقها إلى الاختفاء من الكائنات الحية . العديد من الزواحف تحت الأرضية ، الأسماك التي تقطن المغارات ، جراد البحر ، والحشرات عندها الأعين ضامرة أو غائبة ، في حين أن مثيلاتها التي تعيش في الخلاء لها أعين . بقايا حزام حوضي وأطراف خلفية توجد في ثعبان الأصله وقليل من الثعابين الأخرى (شكل ٢٥ - ١٧) الحيتان ذات البال تفتقر إلى الأسنان في أطوارها اليافعة ، ولكن براعم سنية توجد في أجنحتها المثل القاتل « نادر كأسنان الدجاج » لا ينطبق على أجنة الطيور التي لها براعم سنية عابرة ؛ وبعض الطيور الحفرية كان لها أسنان في أطوارها اليافعة . طائر الكيوي عديم الطيران الذي يعيش في نيوزيلندا له أجنحة ضامرة ذات عظام أثرية فقط ، وطائر المُوا الكبير هناك أيضاً ليس له أجنحة كلية . الحصان الحى له عظم الشظية ، وهي أثر الأصابع كانت موجودة في أسلاف الحصان (شكل ١٣ - ٩) .

يوجد بالكامل ٩٠ صفة أثرية في جسم الإنسان ؛ وأمثلة منها موضحة في شكل ١٣ - ٦ . الحصان ، القوارض ، وبيض الثدييات الأخرى لها أعور كبير أو زائدة أعورية كحفرة هضمية إضافية . في الإنسان الزائدة هي أثرى رفيع طولها حوالي ٢ بوصة ، لا تؤدي وظيفة مفيدة وتعتبر غالبا موضع إصابة تستلزم إزالة جراحية . الأذان الخارجية في الثدييات تحرکها عضلات خاصة ؛ وكونها تفتقر إلى الحاجة لمثل هذه الحركات في الإنسان ، فإن العضلات تكون عادة ضامرة وغير فعالة . في الزاوية الداخلية من عين الإنسان يوجد غشاء أبيض يمثل الغشاء الرامش الشفاف ، أو جفن عين ثالث ، يوجد أيضا في القط ، الطائر ، الضفدع ، وقفاريات أرضية أخرى . « ضروس العقل » في الإنسان ، أو الضروس الخلفية ، تكون أصغر وأكثر تنوعا من الضروس الأخرى وغير منتظمة فيما يخص بوقت وطريقة إنشقاقها ؛ وهذا يفترض أنها في سبيلها أن تكون عديمة الفائدة وقد تختفي النهاية .

١٣ - ١٠ السجل الحفري

دليل هام عن التطور يتأتى من دراسة الحفريات . ليوناردو دافينشي (إيطالي ، ١٤٥٢ - ١٥١٩) كان الأول الذي ميز أن الحفريات كانت أدلة عن حياة حيوانية في الماضي . دراسات الحفريات الهامة المبكرة كانت بواسطة عالم التشريح المقارن الفرنسي ، جورج كوفير



شكل ١٣ - ٦ : بعض التراكيب الأثرية في جسم الإنسان (جزئياً عن كان)

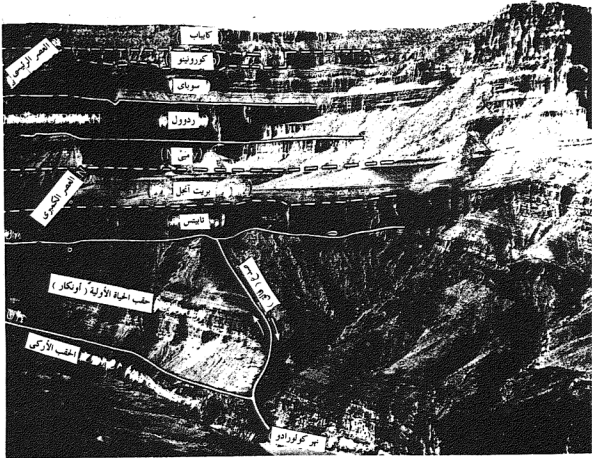
(١٧٦٩ - ١٨٣٢) . في سنة ١٨٠٠ ، نشر نبذة عن الفيلة الحفرية ، ليربطها بالأنواع الحية ، في تصنيف للأسماك فيما بعد ، استخدم كوفير كلا من الأنواع الحية الحفرية غير أن كوفير اعتقد في نظرية الخلق الذاتي ، وأنه كان داروين أول من أوضح أن الحفريات كانت أدلة عن استمرارية وتطور الكائنات . علم الحفريات ، وهو دراسة الحفريات ، يعتبر الآن علماً هاماً يربط علم الحيوان بعلم الجيولوجيا ، ويمد بالعديد من الحقائق عن التطور .

السجل الجيولوجي للحياة الماضية ، ناقص كثيراً . إنه يشبه بقايا كتاب قد فقد كل الفصول الأولى ، يحتوى فقط على صفحات مبعثرة أو أجزاء من صفحات في الجزء الأوسط ، ويحتفظ بعدد متزايد من الصفحات المتصلة أو أجزاء من الفصول تجاه النهاية . سجلات الحياة الماضية تنتج من تتابع لأحداث عرضية . (١) بقايا حيوان ميت نقلت من التحطم ، (٢) تصبح مدفونة في الرواسب أو الرماد (٣) الذى يقاوم الحرارة غير المناسبة ، السحق ، والانتناء ، العوامل التى قد تحطم الحفرية . (٤) البرواسب أو الحجر يصبح مرتفعاً كجزء من الأرض ، (٥) ولا يتآكل بصفة متلفه بالماء أو الرياح . وأخيراً (٦) تصبح الحفرية معرضة وبارزة وتلفت نظر عالم الحفريات . بعض البقايا الحفرية كاملة ، ولكن الكثير منها شظوى ، وكل الحفريات المعروفة تمثل جزءاً فقط من الأنواع العديدة من الحيوانات والنباتات التى عاشت في الماضى . بعض الأنواع أو المجموع ربما لم تصبح حفريات بالمره لأنها كانت ذات أجسام رخوة ، ولأنها عاشت حيث لم يمكن حدوث التحفور . كثير

من الحفريات قد حُطِم نتيجة تغير الصخور أو نتيجة التآكل ، وأية حفريات موجودة الآن في الصخور عميقاً في الأرض أو تحت البحر ، متعذر بلوغها (شكل ١٣ - ١٧) .

١٣ - ١١ اللافقاريات : (أنظر الصفحات الأخيرة)

الصخور المتكونة قبل العصر الكمبري ، قد انطوت وشوهت منذ ذلك الحين لتظهر قليلاً من البقايا العضوية . ومن ثم فإن الحيوانات لا بد وأن تكون قد وجدت لوقت طويل ، لأن طبقات

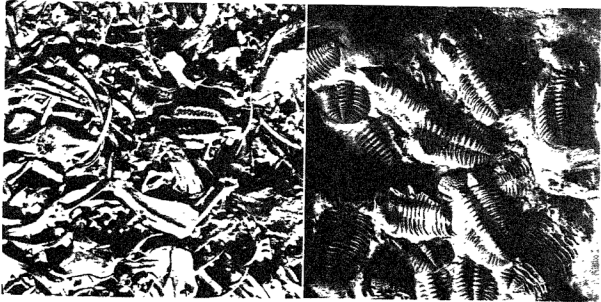


شكل ١٣ - ٧ : عينة من العمود الجيولوجي : طبقات تابعة في الجدار الشمالي من جراندي كانيون ، أريزونا ؛ قارن الصفحات الأخيرة . الأحقاب والعصور مميزة (الأسماء في الأقواس للتكوينات الصخرية المحلية) . خط الصدع بين انحرافاً رأسياً للطبقات فيما بين أقدم الصخور . عدم توافقات أربعة (Un) بين فجوات طويلة في السجل ؛ أسفل كل ، قد شوهت الصخور ، ارتفعت ، وأخيراً تآكلت كثيراً قبلما ترسب الطبقة التي فوقها مباشرة . العهد المسيسي يمثل النصف الأدنى للعصر الكمبري . هذا المكان ليس به صخور العصر الأوردو ، السيلوري ، والديفوني أو صخور الحقين الأوسط والحديث . (صورة بواسطة المسح الجيولوجي (U.S.)

الصخور الكمبرية ، أقل الصخور ذات العديد من الحفريات ، تختوى على بقايا كثير من اللاقاريات ، بما في ذلك الأوليات ، الأسفنجيات ، الهلاميات ، الديدان ، براكايودات ، جلد شوحيات (خيار البحر ، الزنق) ، الرخويات (جاستروبودا ، سيفالوبودا) ، ومفصليات القدم (قشريات ، ثلاثية الفصوص) . ابتداء معظم شعب اللاقاريات وبعض الطوائف لا يمكن تتبعها ولكن نشأة ، استمرارية ، وانحدار أو اندثار اللاقاريات الأخرى مسجلة جيداً . ثلاثية الفصوص (شكل ١٣ - ٨) كانت سائدة حينما أنفتح السجل في العصر الكمبرى ؛ وقد ازدادت في أعدادها وتنوعها ، ثم أختفت كلية في العصر الرئيسي حينما كانت هناك مرتفعات قارية ، جفاف كبير ، وجليد . الأصداف المسرجية (البراكيوبودا) كانت عديدة خلال الحقب القديم (٤٥٦ جنساً) وأقل عدداً في الحقب الأوسط ولكنها تبقى اليوم بحوالى ٧٠ جنساً ، ٢٢٥ نوعاً . اللينجولا الحية تشبه كثيراً ما كانت عليه في العصر الأردوازي ، منذ ٤٠٠ مليون سنة ، وربما يكون أقدم جنس حتى من الحيوانات . الشعبة الكبيرة مفصليات القدم كانت ممثلة بالقشريات المائية ، ثلاثية الفصوص ، والسرطانات الملكية في العصر الكمبرى . العقارب ، أول حيوانات أرضية تتنفس الهواء ، ظهرت في العصر السيلورى . الحشرات المجنحة ظهرت فجأة في العصر الكربونى ، كرتب عديدة متميزة ، ولا تطفى دليلاً قاطعاً عن أى نوع من مفصليات القدم قد نشأت .

١٣ - ١٢ الققاريات

(أنظر الصفحة الأخيرة) . أصل الققاريات مجهول بسبب فجوات في السجل الجيولوجى .



شكل ١٣ - ٨ : حفريات ممثلة ؛ قد أزيل نسيج الصخر العظمى . على اليسار حوض عظم حفوى من الميوسين في نبراسكا ، محبواً على بقايا وحيد القرن وحيوانات أخرى . على اليمين : تجمعات ثلاثيات الفصوص من العصر البفوى . (اليسار عن المتحف الأمريكى للتاريخ الطبيعى ؛ اليمين ، عن المتحف الوطنى (U.S)

البقايا المبكرة من رواسب الماء الحلو ، وكلا تركيب ووظيفة كلية الفقاريات يؤيد مثل هذا الأصل . ومن ثم فإن الجلد شوكيات ، التى منها قد تكون الخيليات نشأت ، كلها بحرية ، وكثير من علماء الحفريات يؤيد الأصل البحرى .

لم توجد بقايا فقارية فى الصخور الكمبرية . الطبقات الأردوازية تحتوى على قطع ربما من الأوستراكودرما ، التى كانت أسلافاً لمستديرات القم ، أدنى فقاريات حية ، بدون فكوك أو زوائد زوجية . الرواسب السيلورية بها كثير من الأوستراكودرما وأيضاً أشواكاً وصفائح من المحتمل للبلاكودرما ، أول فقاريات فكية . عند العصر الديفونى المبكر ، كانت البلاكودرما عديدة ولكن الأستواكودرما أقل عدداً . ولكن على امتداد العصر الديفونى فيما بعد ، ظهر كلا القروش والأسماك العظمية ثم أصبحت عديدة . البرماتيات ، بأطراف زوجية ، هى أيضاً فى سجل العصر الديفونى المتأخر . الزواحف ، بلاشك ، بدأت خلال العصر الكربونى لأنه بانتهاء ذلك العصر ، وجدت أنواع عديدة متخصصة . من ذلك الحين فصاعداً ، من العصر الرئيسى إلى العصر الطباشيرى ، كانت الزواحف حيوانات سائدة على الأرض ، وفى البحر ، والمياه العذبة . الكثير أصبح كبيراً فى الحجم ، مثل البرونتورورس ، دينارورس ، وبليزيورورس . جميع الزواحف الكبيرة اختفت بانتهاء العصر الطباشيرى ، تاركة فقط أربع رتب تبقى حتى اليوم . الثدييات الأولى شبيهة الزواحف بدأت فى العصر الثلاثى ، والطيور الأولى المعروفة ظهرت فى العصر الجوراسى . مبكراً فى العصر الرباعى (الباليوسينى) ، ازدهرت الثدييات فى تنوع كبير ، مشتملة على كثير من الرتب الموجودة ، وأخرى اختفت منذ ذلك الحين . الأنواع المبكرة قد استبدلت بأنواع أكثر حداثة ، ووصلت الثدييات إلى ذروتها فى التنوع فى العصر الميوسينى . ومنذ ذلك الوقت ، فإنها انحدرت ، عدد ملحوظ أصبح منذئذٍ بنهاية العصر البليستوسينى ، الذى يسبق مباشرة العصر الحالى أو الحديث الذى فيه نعيش .

وعلى ذلك ، فإنه بالرغم من الطبيعة الشظوية للسجل المبكر ، فإن الأنواع الفقارية ، صاعدة العمود الجيولوجى ، تظهر فى تتابع زمنى ترتبى متوافقاً مع التعقيد التركيبى المتزايد للمجاميع التى تعيش اليوم

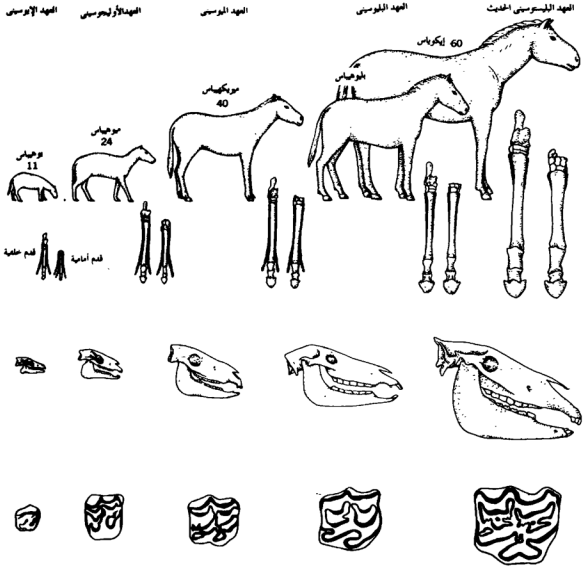
١٣ - ١٣ الحصان

فصيلة الخيول تعطى تقريباً أكثر سجل كلاً للتطور فى سلسلة حيوان ما (شكل ١٣ - ٩) ، مؤدياً إلى الحصان الحالى ، الحمير ، والحمير الوحشية من العالم القديم . كثير من نموها السلالي حدث فى أمريكا الشمالية ، ولكن الخيول انقرضت هناك متأخراً فى العصر البليستوسينى (أو مبكراً فى العصر الحديث) ، لأسباب غير معروفة ، الخيل المتوحشة للولايات الغربية فى القرون الأخيرة الأربعة ، اشتقت كلها من جدوع استجلبت وهربت من المستكشفين والمقيمين .

التغيرات الأساسية فى الحصاد خلال الزمن تشمل الآتى : (١) زيادة فى الحجم من حجم قط إلى

حجم أكبر بعض الشيء من الحصان الحالي ؛ (٢) كبر وإستطالة الرأس أمام الأعين ؛ (٣) زيادة في حجم وثنيات المخ ؛ (٤) طول متزايد ومرونة للرقبة ؛ (٥) تغيرات الضروس الأمامية والخلفية من أنواع ملائمة لرعى العشب لأخرى ملائمة للرعى العام (تنوعات سطحية ، تيجان قصيرة ولها جذور ، مقابل تنوعات مينا كثيرة ، تيجان طويلة ، وعدم وجود جذور) ؛ (٦) استطالة الأطراف للجري السريع ، ولكن مع فقدان الحركة الدوارة والتحام العظام في الرجل الأمامية ليعطى مفصل تمفصلية أفضل ، بجانب دعم الثقل على الكعبرة والزند ؛ (٧) اختزال الأصابع من خمسة إلى أصبع واحد طويل (الثالث) على كل قدم ، مغطى بحافر (غلب) ؛ الأصابع الجانبية تتضائل كزمتين ؛ وأخيراً تبقى عظام صغيرة من الأصبع الثاني والأصبع الرابع كشظايا . بتلك التغيرات ، أصبح الحصان حيواناً ثديياً طويل الأرجل ، سريع الجرى ، ملائماً للعيشة والتغذى على الأراضي العشبية المفتوحة ، وله أسنان طويلة بحواف مينا كثيرة لطحن الأعشاب الجافة الخشنة خلال حياة طويلة نسبياً .

الأصل الحقيقي للحصان غير معروف . السجل يبدأ بالهيراكوثيريم (يوهيس) في العصر الأيوسيني المبكر لأمريكا الشمالية وأوروبا . لقد كان يقطن الغابات العشبية ، حوالى ١١ بوصة طولاً ، برقة ورأس قصيرين ومجموعة كاملة من ٤٤ سنة صغيرة ذات تيجان قصيرة وجذور ، ولم يكن بها مادة أمشيتية . القدم الأمامية كان لها أربعة أصابع فعالة ولكن القدم الخلفية بثلاثة فقط ، الأصابع الأول والخامس مثلان بشظايا دقيقة . الميوهيس من العصر الأوليوجوسيني كان في حجم الحروف وكانت له ضروس أطول ولكن ذات جذور ، وثلاثة أصابع فعالة على كل قدم ؛ الأصابع الجانبية كانت أصغر ، وبقيت شظية واحدة (الخامس) على القدم الأمامية . في العصر الميوسيني ، تمت عدة خطوط (باراهيس ، ميركهيس) ، تشمل الأنواع التي ترعى العشب والتي ترعى رعيماً عاماً . أثناء العصر البليوسيني ، وجدت عدة أنواع مميزة من الخيل (بليوهيس ... إلخ) ترعى في سهول أمريكا الشمالية . البعض انتشر إلى أوراسيا والهند إلى أمريكا الجنوبية ، الأخير أعطى بعض أجناس ذات أطراف قصيرة لم تعيش في إليستوسين . الأصابع الجانبية كانت مختزلة لرمعات لم تلمس الأرض . الضروس كانت أطول ، بجذور قصيرة ، وانشاء أكثر للمينا ، ووجود مادة أمشيتية بين الثنايا ، أخيراً ، نشأت الخيل المبكرة ذات الأصبع الواحد ، أثناء العصر البليوسيني في أمريكا الشمالية ، وفيما بعد انتشرت إلى جميع القارات فيما عدا استراليا . في العصر البليستوسيني ، وجد عشرة أو أكثر من إيكوس بحجم متعددة في أمريكا الشمالية ، كلها اختفت في الوقت قبل التاريخي . تطور الحصان تبع تغيرات معروفة في مناظر العصر الرباعي من الغابات الرطبة إلى الأراضي العشبية الجافة .



شكل ١٣ - ٩ : تطور الحصان . الصف العلوى : تغيرات تدريجية في الحجم والتكوين من الصغير الذى يعيش في الغابات هيراكوتريم (يوهياس) من العهد الأيوسيني إلى النوع الحديث الكبير الذى يقطن السهول إيكوياس (الأعداد بين الارتفاعات عند الأكتاف بالبوصة) . الصف الثانى : عظام القدم الخلفى والأمامى ، موضحة اختزالاً في الأصابع الجانبية (أسود مصمت) ، من يوهياس بأصابع ثلاثة خلفية وأربعة أمامية إلى إيكوياس بالأصابع الثالث فقط فعالاً على كل قدم ، الأصابع الثانى والرابع ممتلئان بشظيتين . الصف الثالث : جماجم موضحة تغيرات في الحجم والحدود ، وانغلاق البروز خلف الجعاجى . الصف السفلى : أسطح الطحن للفرس العلوى الثانى ، موضحة تعقيداً متزايداً لخط المينا (أسود) . (الصف العلوى مقتبس من ر.س. هل : حفريات ، كورتسى الجمعية الجامعية ، نيويورك ، وآخرون الرسوم الأخرى عن و.د. ماثيو ، ١٩١٣ ، دأ. ستيرتون ، ١٩٤٠) .

١٣ - ١٤ تطور الإنسان

أنواع كثيرة من الأدلة تبين أن الإنسان هو نتاج التطور . في كل التركيبين الكبير والمجهري ، يشبه جسم الإنسان كثيراً جسم القردة الشبيهة بالإنسان ، ويشبه جسم الرئيسيات الأخرى ، ويشارك كثيراً مع الثدييات عامة (قارن أشكال ٣-٣ ، ٣-٤ ، ٥-٣ ، ٣-٤ ؛ فصل ٢٨) . تشابهات تركيبية مع فقاريات أخرى توجد كل جهاز عضوى ؛ بعض الأعضاء الأثرية في الإنسان قد ذكرت من قبل (شكل ١٣ - ٦) . على نحو تام ، الخصائص البشرية ، مثل الوضع المنتصب ، الإبهام المقابل ، الوجه الرأس المفلطح ، شعر الجسم الضئيل ، والمخ الكبير هي اختلافات في الدرجة وليس في النوع عن الثدييات الأخرى . كثير من العلاقات في الوظيفة (فسيولوجيا) توازى تلك في التركيب ؛ في كل الإنسان والقردة الشبيهة بالإنسان ، توجد فصائل دم متشابهة ، دم الإنسان يمكن تمييزه بواسطة تجارب المناعة عن دم جميع الأنواع الأخرى فيما عدا القردة شبيهة الإنسان ، وبعض أوليات الفم مشتركة للإنسان والرئيسيات الأخرى . النمو الجنيني المبكر للإنسان يشبه أساساً ذلك بين الثدييات الأخرى (شكل ١٣ - ٤) ، ويشمل فتحات خيشومية مؤقتة وأقواساً خيشومية متعددة (شكل ١٣ - ٥) ، السجل الحفري للإنسان يشمل سلسلة من الأنواع (شكل ٢٨ - ٧) التي تقترب تدريجياً من شكل الأجناس البشرية الحالية ، سيادة الإنسان فوق جميع الكائنات الأخرى ، تنتج أساساً من أمور العادات ، السلوك ، والخصائص العقلية . وتلك تشمل التنظيم الاجتماعى ، تخوير البيئة لمصلحته الخاصة ، تطور الأدوات واللغة ، والقدرة على نقل المعرفة عن طريق التعليم .

نظريات التطور

أى مجهود لتفسير وجود الكائنات والحفريات يجب أن يوضح أصولها ، تشابهاتها واختلافاتها ، تكيفاتها للأوساط المتنوعة ، وتوزيعها على الأرض . نظريات التطور العضوى تفترض أنه ، منذ بدأت الحياة على الأرض . فإنها كانت مستمرة ، وأن الكائنات التالية قد اشتقت من أنواع مبكرة عن طريق وراثته الاختلافات ، إما كبيرة أو صغيرة ، ونُتجت إما بواسطة البيئة وإما بواسطة عمليات بداخل الحيوانات . العمليات التطورية تعتبر بطيئة في العمل وعلى ذلك من الصعب اختبارها تجريبياً .

أساطير عديدة تعزى أصل الإنسان والحيوانات إلى الأفعال الخلاقية لقوات خارقة للطبيعة . حتى القرن الماضى ، اعتقد معظم الأشخاص بما فيهم العلماء أمثال لينيس ، كوفير ، أجاسيز ، وأوين ، أن الأنواع قد خلقت منفصلة ، كوفير ظن أن اختفاء الأنواع الحفرية قد نتج عن سلسلة من الكوارث ، آخرها هو الفيضان المقدس ، وأنه بعد كل من تلك الكوارث ، فإن الأرض كانت تُقطن بواسطة مخلوقات جديدة من أنواع أرق . الاعتقاد في الكوارث قد بُد من الجيولوجى الاسكتلندى تشارلس لايل (١٧٩٧ - ١٨٧٥) ، الذى بين أن العمليات الجيولوجية للترسيب ، والرفع ، والتآكل مستمرة أساساً .

بعض الفلاسفة الإغريق الأوائل ، كان لديهم انطباع غامض عن العملية التطورية ، ولكن أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ ق م .) ، أول دارس لعلم الحيوان جدير بالذكر ، اعتقد أن الكائنات قد شكلت بواسطة « قاعدة مثالية » وأفكاره سادت لعدة قرون . بافون (فرنس ، ١٧٠٧ - ١٧٨٨) كان أول بيولوجي حديث ينبذ مفاهيم الخلق الذاتي . إنه اعتقد أن الحيوانات كانت رخوة وأن اختلافات صغيرة ناتجة عن البيئة قد تجمعت لعمل اختلافات أكبر ، وأن كل حيوان في السلسلة التصاعدية للأنواع قد تحول من سلف أبسط منه . إيرازمس دارون (إنجليزى ، ١٧٣١ - ١٨٠٢) ، جد تشارلز داروين ، أضاف النظرية الإضافية ، أن الاستجابات الفعالة للمؤثرات الخارجية قد ورثت .

١٣ - ١٥ لامارك وتوريث الخصائص المكتسبة

النظرية العامة الأولى عن التطور قد طرحت بواسطة جين باهتست دى لامارك (فرنس ١٧٤٤ - ١٨٢٩) ، عالم تشرح ودارس تصنيف . نظريته قد كتبت في ١٨٠١ ونشرت كاملة في مؤلفه الفلسفة الحيوانية (١٨٠٩) . لامارك أدرك استمرارية أساسية في الأنواع المختلفة من الحيوانات ، واعتقد أنه قد وجد نمو تقدمي في الشكل والتركيب . نظريته باحتصار كانت كما يلي : البيئة تؤثر في شكل وتنظيم الحيوانات ؛ الاستعمال المتعدد والمستمر ينمي ويكرر أى عضو ، في حين أنه بعدم الاستعمال الدائم يضعف حتى يختفى في النهاية ؛ جميع الاكسanas أو الفقدان التي تمت بسبب تأثير البيئة ومن ثم بسبب الاستعمال والاهمال ، تحفظ عن طريق التكاثر .

النظرية قد توضح بواسطة مثالين من أمثلته . الطيور ، حسب ما اعتقد تماماً ، كانت في الأصل أرضية . الطائر الأرضي الباحث عن غذائه في الماء ، يرغب في مد أضعه ليضرب الماء في تحواله . الجلد عند قواعد الأصابع قد يمتد باستمرار ، والحركات العضلية للأرجل تشجع على اندفاع إضافي للدم نحو الأقدام . وتبعاً لذلك ، فإن الجلد قد يكبر كغشاء بين الأصابع ، كما يرى في البط ، والجمع ، والطيور المائية الأخرى . الإهمال قد أوضحه لامارك بتركيب التعبان . في الزحف خلال الأعشاب ، جسمه قد يمتد تكرارياً يمر خلال التجاويف الضيقة والأرجل قد لا تستخدم . الأرجل الطويلة قد تعرقل الزحف ، وأربعة أرجل قصيرة قد لا تستطيع تحريك الجسم . الأرجل من خصائص الزواحف ، ورغم ذلك فالثعابين قد اقتدتها . الأعين أصبحت جانبية أو ظهرية لرؤية أفضل حيناً يكون الحيوان فوق الأرض ، واللسان تكون كعضو حسي قابل للإبراز ليستكشف الأشياء أمام الثعبان .

لا يوجد دليل يُعول عليه لنظرية لامارك ، ولها تأييد قليل . عضلات الرجل الرياضي تزداد في القوة والعضامة مع الاستعمال المتزايد ، ولكنها تتراجع إذا انقطع التمرين ؛ الأطفال لا يمكن أن يثروا مثل تلك الخصائص المكتسبة للأب . بتر الذنوب والخيول ، الخراف ، والبلدج لعدة أجيال ، لم يجعل تلك التشوهات وراثية . بافلوف مرّن الفئران على أن تأتى نحو الطعام عند سماع صوت جرس ، وأدعى أن محاولات أقل وأقل تلزم كى يُعلم الفئران من الأجيال المتتالية ، وماك دوجال قد ادعى

نتائج مماثلة في تمرين الجرذان ، ولكن لا تلك التجارب ولا غيرها التي خططت لاختبار النظرية ، قد أوصلت إلى نتائج مقنعة . هذه النتيجة ليست مفاجئة حينما يتذكر أن كائنًا جديدًا ينمو من خلايا جرثومية لوالديه ، وليس من الخلايا البدنية . الخلايا الجرثومية تُنحى جانبًا أثناء نمو الفرد وليست معرضة أو معرضة لتأثير بسيط من خلايا الجسم أو من البيئة (فصل ١٠) .

١٣ - ١٦ داروين ونظرية الانتخاب الطبيعي

تشارلز داروين (١٨٠٩ - ١٨٨٢) عالم تاريخ طبيعي إنجليزي منهجي يجتهد ذو رؤية متسعة . كرجل صغير السن ، فقد خدم (١٨٣١ - ١٨٣٥) في التاريخ الطبيعي على « البيجل » باخرة . اكتشفت أمريكا الجنوبية ، جزر جلاباجوس ، ومناطق أخرى . من مذكراته المفصلة ودراساته ، كتب داروين في أعمال ممتازة عن الأطومات ، الحفريات الثديية ، الجيولوجيا ، والشعب المرجانية . حقائق توزيع الحيوانات والعلاقات بين الحيوانات الحية الحفريات المدروسة من رحلاته ، أرشدته إلى أن يتأمل أصل الأنواع ، بدأ داروين في أخذ مذكرات عن الموضوع في ١٨٣٧ ، وفي العام التالي قرأ مقالة مالثوس عن السكان ، حيث أوضح كيف أن السكان تزداد بمعدل هندسي حتى يتعرضوا الإمداد محدود من الطعام . عن ذلك كتب داروين ، « كون الحيوانات والنباتات معدة جيدًا من أجل الكفاح للبقاء الذي يستمر في كل مكان ، من خلال ملاحظات طويلة مستمرة لعاداتها فلقد صدمني في الحال أنه تحت هذه الظروف تغلب التغيرات الملائمة إلى أن تحفظ وغير الملائمة إلى أن تتلاشى نتيجة ذلك سوف تبدأ نشأة نوع جديد هنا حصلت أخيرًا على نظرية للعمل بها » في ١٨٤٤ كتب داروين ملخصًا عن نظريته ولكنه استمر في جمع البيانات من البحوث الأصلية والملاحظات بنفسه وبواسطة عدة أشخاص آخرين . وفي نفس الوقت ، فإن ألفريد راسل والاس (١٨٢٣ - ١٩١٣) عالم تاريخ طبيعي إنجليزي آخر ، أثناء دراسة الفونا والفولا الغنية في أرخبيل الملايو ، وصل إلى نتائج مشابهة بسرعة ومستقلًا عن داروين . بعض أفكار رد الفعل عند داروين نجدها في خطاب كتبه إلى صديقه ، سير تشارلز لايل ، في يونيو ١٨ ، ١٨٥٨ : « لم أر أبدًا توافقًا أكثر مفاجأة ؛ لو أن والاس كان لديه مسودة البحوث الخاصة بي المكتوبة في ١٨٤٢ ، ما كان ليعمل خلاصة قصيرة أفضل من ذلك ! حتى مصطلحاته تقع الآن كأساسيات لفصولي ... وعلى ذلك ، فإن كل إبداعي ، مهما يساوى ، سوف يُحطم ، حتى كتابي ، لو كان له في أي وقت أية قيمة ، سوف لا يفسد ؛ إذ أن كل العمل يتكون من استخدامات النظرية . » إن دفاع داروين الأول كان نحو التراجع لصالح والاس ، غير أن الجيولوجي تشارلز لايل وعالم النبات جوزيف هوكر أغرياه أن يعد ملخصًا عن نتائجه ، ذلك الملخص الذي ثلّى ، بجانب مقالة والاس ، في اجتماع جمعية لندن للينين في أول يوليو ١٨٥٨ . وفي عام ١٨٥٩ نشر داروين نظريته في كتاب بعنوان « عن نشأة الأنواع بواسطة الانتخاب الطبيعي ، أو حفظ الأجناس المنتقاة في الكفاح من أجل الحياة » .

كان ذلك واحدًا من أكثر الكتب أهمية في القرن التاسع عشر . ويتكون من (١) دلائل مستفيضة من حقيقة التطور ، (٢) براهين على الانتخاب الطبيعي كعملية مبدأ التطور لم يكن مبدأيًا مع

داروين ، ولكن عرضه المقنع سرعان ما اكتسب تأييد العلماء والعديد من الأشخاص العاديين . وإعلان النظرية ، استمر الهجوم غير العلمي على « الداروينية » حتى بعد وفاة داروين . وفي نفس الوقت بدأ بحث علمي كبير عن حقائق إضافية للتحامل على النظرية ، وكان هناك تصور كبير عن الانتخاب الطبيعي .

جوهر نظرية داروين كما يلي :

- ١ - اختلافات من جميع الدرجات موجودة بين الأفراد والأنواع في الطبيعة .
- ٢ - عن طريق المعدل الهندسي للزيادة ، تميل أعداد كل نوع أن تصبح كبيرة للغاية ؛ وبرغم ذلك فإن مجتمع كل نوع يبقى ثابتاً تقريباً ، لأن كثيراً من الأفراد يتخلص منها تحت عوامل مختلفة من المناخ ، والمنافسة
- ٣ - هذا يستلزم كفاحاً للبقاء ، الأفراد التي لديها اختلافات غير ملائمة للأحوال المعينة في الطبيعة يقضي عليها ، في حين أن تلك التي لها اختلافات ملائمة سوف تواصل البقاء والتكاثر .
- ٤ - وعلى ذلك فإن عملية انتخاب طبيعي تكون فعالة ، وتسبب :
- ٥ - البقاء للأصلح .

١٣ - ١٧ الاختلاف

بين الحيوانات التي تتكاثر جنسياً ، لا يوجد فردان (باستثناء التوائم المماثلة) متشابهان تماماً . أفراد كل نوع تختلف في الحجم ، النسب ، اللون ، التركيب الخارجي والداخلي ، الفسيولوجيا ، والعادات . داروين أدرك حدوث الاختلافات واسعة الانتشار ؛ نظريته تفترض تلك الاختلافات ولكنها لا تفسر أصولها . في وقت داروين ، كانت قوانين الوراثة (فصل ١١) غير معروفة ، وغالباً لم يستطع أن يميز الاختلافات الموروثة ، التي هي وحدها الهامة في التطور ، عن الاختلافات غير الموروثة التي تنتج عن الاختلافات في الطعام ، درجة الحرارة ، أو العوامل البيئية الأخرى . داروين وجد أن الحيوانات المستأنسة والنباتات تكون أكثر اختلافاً في كثير من النواحي عن الأنواع البرية . وقد عرف أن الإنسان قد أنتج أجناساً مستأنسة كثيرة بواسطة الانتخاب الصناعي ، أو تربية الأفراد الذين لهم إختلافات موروثة (خصائص) مفيدة لاحتياجات الإنسان ؛ أيضاً عرف أن المربين العاملين قد كونوا وحسنوا السلالات العديدة من الدواجن والمواشي والدواب ، وتنوعات من النباتات المتعشدة ، بواسطة التجميع التدريجي للاختلافات الصغيرة الوراثية ولكن المفيدة ، خلال أجيال عديدة متتابعة . وقد اعتقد داروين بحق أن جميع السلالات المستأنسة لنوع ما ، في معظم الحالات ، قد اشتقت من نوع سلفي برى - جميع سلالات الأرانب من الأرنب الأوروبي الرمادي وجميع الدواجن المستأنسة من دجاج الغابات الهندي . كثير من هذه السلالات تختلف الآن كثيراً

عن بعضها البعض في المظهر ، لدرجة أنها ، إذا وجدت في البرية ، فإن أى دارس حيوانى سوف يصنفها كأنواع متميزة والبعض الآخر كأجناس مختلفة ؛ غير أن السلالات المستأنسة لنوع ما ، يمكنها كلها أن تتزاوج مع بعضها البعض وتنتج ذرية خصيبة . وكون داروين أوضح التنوع المتسع للأجناس المستأنسة التى تنتج من جنوع سلالية بواسطة انتخاب اختلافات صغيرة ، فإنه افترض أن الاختلافات الصغيرة الموروثة في الأنواع البرية كانت هي مواد عملية التطور في الطبيعة .

١٣ - ١٨ المعدل الهندسى للزيادة

كل أشكال الحياة لها إمكانية الزيادة السريعة . الحيوان الأولى برامسيوم (٠,٢٥ مم طولاً) يمكنه أن ينقسم بالانشطار حوالى ٦٠٠ مرة في السنة . إذا عاشت كل الأفراد الناتجة واستمرت في الانقسام ، فإن حجمها الكلى بعد بضعة أشهر قد يفوق حجم الأرض . ذبابة الفاكهة ، دروسوفلا ، تكمل دورة حياتها من البيضة إلى البيضة في ١٠ إلى ١٤ يوماً ، وكل أنثى قد تضع ٢٠٠ بيضة أو أكثر . في ظرف ٤٠ إلى ٥٠ يوماً ، لو أن جميع الناج عاشر وتناسل ، فإن عددها قد يصل إلى ٢٠٠ مليون ؛ أثناء صيف واحد ، فإنها قد تصل إلى أعداد فلكية . داروين اعتبر أن الفيل يتناسل عند ٣٠ عاماً ويعيش حتى ١٠٠ عام ، كل أنثى تنتج ٦ صغار فقط ؛ في ٧٥٠ سنة حوالى ١٩ مليون قد تكون حية .

الجرذ البنى ، العصفور الإنجليزي ، ثقابة القمح في الولايات المتحدة والأرنب الأوروبى في استراليا ، كلها أمثلة لأفات قد تضاعفت إلى حد ما في المحافظة على إمكاناتها النظرية حينما تجلب إلى بيئات جديدة ملائمة . كوارث من حشرات مجلبة وفترات المروج تنتج في أوقات حينما تكون الإمدادات الغذائية الوفيرة ميسرة فجأة ، والحيوانات المفترسة نادرة ، أو عند وجود عوامل أخرى تمكن الأفراد من التكاثر والنضوج بسرعة .

١٣ - ١٩ الكفاح للبقاء

ولكن في ظل الظروف العادية ، لا تتكاثر الحيوانات بالمرءة إلى مثل هذه الأعداد المبينة أعلاه . أفراد معظم الأنواع تميل إلى أن تبقى متوازنة نسبياً بسبب عدة إنضباطات (فصل ١٢ . شكل ١٢ - ٥) . يوجد قصور في إمداد الطعام ، المأوى ، وأماكن التناسل ؛ أفراد نوع ما تتنافس مع بعضها البعض على تلك الضرورات وأيضاً مع الأنواع الأخرى ذات الاحتياجات المماثلة ؛ التجمع الكبير لأى نوع سرعان ما يحارب بواسطة الحيوانات التى تفترسه ، وهو مجال خصص للطفليات والأمراض . « الكفاح للبقاء » ليس دائماً معركة مثيرة ، كما في حالة أرنب يحاول أن يهرب من ثعلب ، بل عملية استمرارية في الطبيعة تستلزم عدة عوامل ، كل منها يُنحى بعض الأفراد . وهى تعمل عند أى طور في دورة حياة النوع ، من البيضة التى قد تفشل في أن تُخصب ، خلال النمو الجنينى ، الأطوار الرقية ، وحياة البلوغ . أى حيوان فرد يكون « ناجحاً » في الكفاح للبقاء إذا ما عاش لوقت كافٍ كى يتكاثر نوعه .

١٣ - ٢٠ الانتخاب الطبيعي

افترض داروين أنه في الكفاح للبقاء ، تبقى الأفراد ذات الاختلافات الملائمة قليلاً التي تمكنها من مواجهة ظروف الحياة بنجاح كبير وتكثر نوعها ؛ وقد سمي هيربرت سبنسر هذه العملية « البقاء للأصلح » . في ظل هذا النوع من الانتخاب الطبيعي ، فإن الأفراد الذين يفتقرون إلى مثل هذه الاختلافات سوف تهلك أو تفشل في أن تتناسل ، حتى أن الصفات التي تحملها سوف تنحى من المجتمع . في الأجيال المتعاقبة ، سوف تستمر العملية وتسبب حيوانات متكيفة تدريجياً مع أوساطها بصورة أكثر كلاً . مع تغير في الأحوال البيئية ، سوف يكون هناك تغير في نوع الصفات التي تكون لها قيمة بقاءية في ظل الانتخاب الطبيعي . النوع في بيئة متغيرة أو النوع الذي كان قد هاجر إلى بيئة جديدة ، سوف يتغير تدريجياً حتى يلائم الأحوال الجديدة . الحيوانات التي تفشل في تكوين اختلافات جديدة ملائمة تحت ظروف بيئية معينة ، سرعان ما تنحى . بهذه الطريقة ، اعتبر داروين تكوين التكيفات من أى نوع ، هي « أصل النوع » في الأوساط المتغيرة أو الجديدة ، وهي أيضاً اختفاء النوع في الأزمنة الجيولوجية الغابرة . الجران من جماعة نوع ما اللذان عليهما أن يواجها أحوالاً تختلف بسيطاً ، سوف يميلان إلى أن يتساعدا عن بعضهما وفي وقت ما سوف ينفصلان ، أولاً إلى تحت أنواع باختلافات صغيرة ، وفيما بعد - حينما ينزعلمان عن بعضهما - إلى أنواع لا يمكنها التزاوج . استمرارية مثل هذا التباعد سوف تؤدي مع الوقت إلى إنتاج أنواع أخرى كذلك ، وبالتالي إلى اختلافات أوسع (على مستوى الجنس ، العائلة ... إلخ) . وبهذه الطريقة ، اعتبر داروين العدد الكبير من الأنواع والمجاميع الأكبر من عالم الحيوان أنها قد تكونت خلال الأمد الطويل للزمن الجيولوجي .

معظم البيولوجيين يقبلون نظرية داروين كأحسن تفسير عام للتطور . وهم يختلفون أساساً في فهمهم التالى الأفضل لبعض العمليات البيولوجية الأساسية المستخدمة ، والتي لم تكن معروفة في وقته ، ولكن عرفت بالبحوث التالية . التفسير الحديث ، المبني على معرفة حديثة ، يسمى «الداروينية الحديثة»

١٣ - ٢١ نشأة الاختلافات الموروثة

لقد أدرك داروين بوضوح أن الاختلافات الموروثة توجد في كلى الحيوانات البرية والمستأنسة ، ولكن لم تكن لديه المعرفة عن كيفية تكوينها أو الطريقة الصحيحة التي بها تورث . (قوانين منديل الدقيقة ، رغم نشرها في ١٨٦٦ ، إلا أنها لم تكن شائعة حتى ١٩٠٠) . ولكن بدءاً من حوالى ١٨٧٥ ، بدأ البيولوجيون في دراسة العمليات في الخلايا الجرثومية وعلاقتها بالتكاثر ؛ وقد أعطى انتباه دقيق بسيط فيما بعد إلى التناسل التجريبي . وسرعان ما تكونت ثروة من المعرفة الجديدة أعطت فهماً واضحاً لطريقة نشأة الاختلافات الموروثة ، ولطرق سريانها من جيل إلى جيل . في السنوات الحديثة ، اصطبغ التناسل التجريبي بدراسة التغيرات المتقاربة في الخلايا الجرثومية ، تلك

المجالات ترتبط في علم « الوراثة الخلوى » . تفاصيل سلوك الكروموسومات والعمليات الجينية ضرورية لفهم بعض العمليات التطورية . النقاط الأساسية هى كما يلى :

١ - تحمل الكروموسومات في ترتيب خطى الجينات المسؤولة عن تكوين الخصائص في الفرد .
٢ - الانقسام الاختزالى يفصل أعضاء الأزواج الكروموسومية المتجانسة ، وينصف العدد الكلى لكل مشيخة (أنظر فصل ١٠) .

٣ - الإخصاب الاتحاد العشوائى لمشيختين من جنس مختلف ، يجلب تشكيلتين من الكروموسومات (وعليه من الجينات) من أبوين ، محدثاً إنتاج أفراد ذات اتحادات جينية مختلفة (أنظر فصول ١٠ ، ١١) .

٤ - تحدث طفرات (تغيرات) في الجينات ، وإعادة ترتيب للكروموسومات ؛ وكلاهما يسبب تغيير تصنيف الجينات (ومن ثم الخصائص) التى تمر إلى الأجيال التالية (فصل ١١) .

٥ - أثناء الإنقسام الإختزالى ، يمكن أن تزداد مادة الكروموسومات : (أ) قطعة من كروموسوم قد « ترجم » مرتين عند استخراج نسخة مطابقة ، مضاعفة جيناً واحداً أو أكثر ؛ (ب) جزء من كروموسوم قد يُنقل إلى كروموسوم آخر غير متجانس ؛ الجينات المنقولة تدخل في مجموعة تراط جديدة وبالتالي تصنف مستقلة عن مضاداتها ؛ (ج) كروموسومات زوج متجانس قد تفشل في الانفصال عند تشابك (عدم انفصال) ، مسبباً تكوين مشيخة ذات كروموسوم زائد أو أكثر ؛ (د) قد يحدث تعدد الكروموسومات ، مضاعفة عدد الكروموسومات ، (شائع في النباتات ، نادر في الحيوانات) .

كثير من الطفرات المستكشفة أولاً في السلالات المعملية للدروسوفلا تعرف الآن بأنها تحدث في المجتمعات البرية . على النقيض ، الطفرات « السوداء » و « الفضية » للثعلب الأحمر ، المعروفة أولاً في الطبيعة ، موجودة الآن في الثعالب التى ترى في الأسر في مزارع الفراء ، حيث لا زالت طفرات أخرى قد تم إكتشافها . من تلك وسجلات عديدة أخرى ، يبدو الآن محتملاً أن طفرات جديدة تظهر باستمرار في الطبيعة وأن مجاميع الأنواع غير متجانسة بدرجة عالية . ومن ثم ، فإن هذه الأحوال ، تسبب مجالاً متسعاً من اختلافات وراثية في الأنواع البرية . قد يصبح أى اختلاف معين خاصية ثابتة في نوع ما ، يتوقف ذلك على حجم الجماعة ، ودرجة انزوال أو انفصال مجاميع صغيرة من الأفراد ، وعوامل أخرى .

الطفرات المختلفة قد تكون مفيدة ، متعادلة أو ضارة . الكمية الضخمة من البيانات التجريبية (بصفة هامة من الدروسوفلا وبعض النباتات) تبين بأن معظم الطفرات الموجودة ضارة أو متعادلة . الطفرات المفيدة للإنسان معروفة جيداً بين الحيوانات المستأنسة ونباتات المحاصيل . في الأنواع البرية ، تبدو الطفرات ذات القيمة التكيفية العالية نادرة ، غير أن ذلك متوقع ، حيث أن أية طفرات تظهر من المحتمل أنها سرعان ما تندمج في المركب الجينى للنوع لمصلحته . ولكن كثيراً من

الجينات الضارة مُدمرة ، فقط حينما تكون متجانسة (كذلك ذات الصفات المميتة) ؛ في الحالة غير المتجانسة ، مقترنة بمضاداتها العادية ، فإن الغالبية ليس لها تأثير غير ملامح . الخاصية التي تكون ضارة بنفسها أو تحت مجموعة من الأحوال البيئية ، قد تكون مفيدة بالاتحاد مع أخرى أو تحت ظروف مختلفة . في الحقيقة ، بعض البيانات التجريبية تبين أن صفتين ، كل منهما ضار عندما تكونان على انفراد ، ولكنهما يصبحان مفيدتين إذا اتحدا .

١٣ - ٢٢ تغير الجينات والانتخاب الطبيعي

إعادة اتحاد الكروموسومات والطفرات تسبب في تكوين جماعات ذات تجمعات متغيرة من الصفات القديمة وبعض الصفات الجديدة ، وعليه تزيد قابلية التغير الكلية . وعلى النقيض من ذلك ، فإن الانتخاب الطبيعي يعمل في اتجاه تضيق قابلية التغير النوعية بالتخلص من الصفات التي تكون غير متكيفة أو غير ذات قيمة للبقاء . التأثير الكلى الذى يفرضه الوسط الفيزيقي والبيولوجي على الأفراد هو « حجاب » الانتخاب الطبيعي - وهو يمرر أو يسمح لتلك الملائمة جيداً أن تبقى وينحى الكلى الآخر . التكاثر الجنسي يؤدي إلى مضاعفة زائدة للأفراد (معدل هندسي للزيادة) ، والظواهر الخلوية في الطفرات الجينية ، إعادة ترتيب الكروموسومات ، والإخصاب تضيف إلى قابلية التغير ؛ ثم تُحجب تلك المصادر الكثيرة بواسطة الانتخاب الطبيعي .

١٣ - ٢٣ التكيفات

جميع الحيوانات والنباتات ملائمة للبقاء في الأوساط التي تقطنها . تختلف درجة التكيف في المجموعات المختلفة ، البعض متكيف بدقة أو بإحكام ، والبعض الآخر معمم تماماً . التكيفات عموماً تستلزم اتحاداً للخصائص - التركيب ، الفسيولوجيا ، السلوك ، وأسلوب الحياة . نخل العسل (فصل ٢٢) يوضح كثيراً من التكيفات مثل أجزاء الفم الماصة للحصول على الرحيق ، الشعر والفرشاة المستخدمة في جمع حبوب اللقاح ، إنتاج الشمع وإفراغه في قوالب كمأوى للطعام والصغار ، والنمط المعقد للطباع في ثلاث فرق في مستعمرة إجتماعية . هو نوع عام ، قادر على عمل أشياء كثيرة بطرق متعددة وعلى العيش في أوساط متنوعة . الجرذ البنى معمم بدرجة كافية ليعيش بنجاح في تنوع متسع من الأحوال فيما يخص المناخ ، المأوى ، والطعام . وعلى النقيض ، فإن الخلد الأوروبي ، متكيف بدقة للحياة في الأرض ، بأسنان رفيعة للإمساك بالديدان ، الأعين مغطاة والأذان مختلة ، أطراف أمامية قصيرة بكفوف ضخمة تحمل مخالب ثقيلة للحفر و « السباحة » في التربة ، وفراء قصير قابل للقلب ، الذى لا يتغير بتحريكه أماماً أو خلفاً . الثدييات المختلفة تبدى تحورات تكيفية في الأسنان للأنواع العديدة من الطعام (شكل ٢٧ - ٧) ، ومناقر الطيور متكيفة بالنسبة لطباع التغذية عندها (شكل ٢٦ - ٦) . أمثلة أخرى بارزة تظهر في العديد من الطفيليات التي يمكنها أن تعيش في نوع واحد من العائل ، وفي البعض الآخر ، مثل طفيل الملاريا والدودة الكبدية ، التي لا بد وأن تتبادل بين عائلين معينين لتكامل دورة حياتها (فصول ١٥ ، ١٧) . الإشعاع التكيفي يرى في

التدييات الكيسية في استراليا التي قد « تشعبت » في أنواع مختلفة تجرى ، تقفز ، تسلق ، تحفر ، أو تنزلق . التقارب التكيفي يحدث غالباً حيناً تأتى حيوانات من مجاميع مختلفة لتعيش في موطن مشترك . الفقاريات الكبيرة في المحيط ، من القروش إلى التدييات (شكل ١٣ - ١٠) ، جميعها لها أجسام إنسيابية وزعانف وأطراف مجدافية الشكل ، تمكنها من السباحة بكفاءة أكبر ، مثل تلك الصفات التكيفية تضاف إلى الصفات الأساسية التي تجعل القرش سمكة غضروفية والفقمة حيواناً ثديياً .

كثير من الصفات التكيفية للحيوانات وقائية بطرق متعددة - بالتركيب ، الوظيفة ، والتلون . الأصداف في المدرع ، السلحفاة ، ومعظم الرخويات ، وأشواك الشيم (أبو شوك) هي تكييفات تركيبية واضحة تحمي أصحابها . اللدغ في النحل والدبابير والسّم المنطلق من الغدد الجلدية للعلجوم والبرمائيات الأخرى هي أمثلة للتكييفات الفعالة التي تؤدي غرضاً مماثلاً .

ألوان الإخفاء في الحيوانات هي نوع آخر للتكيف الوقائي . كثير من الحيوانات تشبه إلى حد ما الأرضية التي تعيش عليها ، والتي تجعلها أقل تعرضاً للمهاجمة من الأعداء (شكل ١٣ - ١١) . الحيوانات المفترسة أيضاً قد تندمج مع بيئاتها ، وبذلك تختفي عن أنظار فريستها ، الأرانب البرية ، ابن عرس قفلا المناطق الشمالية البعيدة ، تسلك في أعطية يضاء حيناً تغطي الثلوج بيئاتها ؛ القطا المطوق له نمط ملون يندمج مع الأرضية المورقة لموطنه في الغابات . كثير من البلانكتون اللاقارية ويرقات الأسماك تكون شفافة . الحشرات التي تسكن لحاء الشجر تكون عادة منقطعة بألوان الأرضية التي تعيش فوقها . تلك وأخرى كثيرة هي أمثلة للتنمية ، أو التلون المخفي حيث يختفي الحيوان عن الأنظار فيما عدا عندما يتحرك .

التخفى قد يستلزم أكثر من نظير لون بسيط . التظليل المعادل يلزم غالباً ليبطل ظهور الشكل الناتج عن السطح العلوم العالي الإضاءة والسطح السفلي المظلل . النمط قد ينهى الوضوح ويؤخر تمييز الشكل عن طريق جعل حدود الذيل ، الزعانف ، الأجنحة ، الأطراف ، الأيمن غير واضحة وكذلك التركيبات الأخرى المميزة . علامات متفرقة تكون غالباً واضحة ومتباعدة وتقطع حدود الشكل الخارجي وهي فعالة بوضوح مقابل الأرضية الملونة .

علامات براقعة خاطفة هي علامات واضحة تظهر فجأة ثم تختفي فوراً . وهي قد تساعد على حماية حيوانات التمويه حيناً تتحرك بسرعة . العلامات تركز الانتباه ولكن بصورة سرعان ما تختفي . الحيوان المفترس ، وبالأخص لو كان عدمي الخيرة ، قد يسعى وراء الشكل واللون الذي يراه فزة وجيزه . مثل هذه العلامات قد تكون على جزء مستهلك . أمثلة ذلك ، ويسن الذيل الخارجي الأبيض لبعض الطيور ، وأجنحة الطيران الزاهية اللون للجراد . أسراب الأسماك فضية الجوانب تنتج وهجات مربكة إذا هو هجمت ، حيث أن الأفراد في اللحظة تقوم على جوانبها .

تلون التحذير ينسب إلى بعض أنواع أبو دقيق والحشرات الأخرى ، التي تعتبر كريمة للحيوانات المفترسة فهي « تعلن » عن مذاقها الكرية . النحل والدبابير ذات اللدغات القطة تعلم غالباً بوضوح

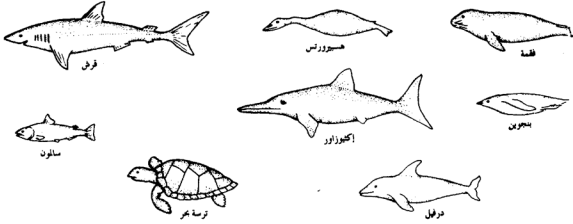
باللون الأسود والأصفر . بعض الرخويات عاريات الخيشوم ذات ألوان زاهية وعادة كريمة المناق للحيوانات المفترسة . علامات وهاجة قد تخدم الأعين (سميريش أوسيلاتاس) فإنه يفرد أجنحته الأمامية مبنياً علامات واضحة تشبه الأعين فوق الأجنحة الخلفية ذات اللون الأحمر الزاهي ، تلك العلامات التي تخيف بعض الأنواع من الطيور . الثعبان ملقوك العنق (ديدادوفيس) ، الكمية إلى بعض الحيوانات المفترسة ، يلف ذيله فجأة إذا أثير ، مبدئاً لوناً أحمر زاهياً على السطح السفلى . النمطاط البرجوموفيدى (ييمائيس) يفرد أجنحته الخلفية ذات الألوان الزاهية وفي الوقت نفسه يخرج إفراز طارد من غدد على ظهره . الوضع الانحنائى للعلاجوم نارى ياليطن (بومبانا) والثبوت (تاريكا) يوضح في لحظة الألوان البطنية الزاهية لتلك الحيوانات السامة .

في كثير من الحالات تشبه الأنواع الضارة أو لذينة المنطق الأنواع الأخرى اللادعة أو كريمة المذاق . أبو دقيق نائب الملك يحاكي أبو دقيقى الملكى الذى يكون غالباً كريمة المذاق (وبعد القرباه) (شكل ١٣ - ١٢) ، وبعض الفراش ، الخنافس ، والذباب تبدو أنها قد « نسخت » أنواعاً مختلفة من الدبابير . بعض الخنافس طويلة القرون (كيرامبيسىدى) تشبه الدبابير في الشكل واللون ، ويحوم حول الأهار بطريقة الدبابير . أبو دقيق لأفريقى (بايلودارداناس) يطابق في اللون والشكل ثلاثة أنواع كريمة الرائحة من أبو دقيق تعيش معه ، تنتج ثلاثة أشكال واضحة من الإناث من زوج واحد من الأبوين .

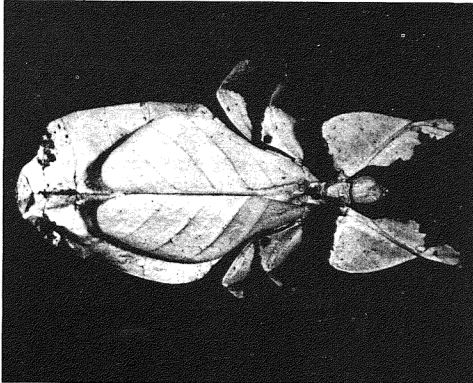
بعض الحشرات تبدى تشابهاً وقتائياً للأشياء غير الحية في أوساطها . بعض يرقات العث تبدو كثير الشبه بأفرع الأشجار التي تعيش فوقها ، وذلك في اللون ، الشكل ، والوضع عند الراحة ، وبعض الحشرات اعصية التي تمشى (أوروثيرا) تشبه الأفرع الميتة أو الخضراء وأخرى تشبه الأوراق .

علامات التمييز وإشارات أخرى تكون غالباً هامة في التواصل بين أفراد النوع الواحد بين الحسنى ، الأبوين ، والنسل أعضاء القطيع ، المنافسين .. إلخ . وتتراوح العلامات من بارزة بوضوح مثل علامات بعض الحشرات ، أسماك الشعب ، ذكور الطيور المفردة ، إلى دقيقة إلى حد كبير ، مثل الاختلافات في لون حلقة العين في بعض طيور النورس .

بعض التكيفات تتطور على امتداد فترات طويلة من الزمن ، ولكن توجد بعض الحالات الحديثة للانضباط السريع . لعدة سنوات ، أثبت غاز حامض هيدروسيانيك (يدك ن) نجاحه في السيطرة على الحشرة الحمراء (فصيلة الحشرات القشرية) على أشجار الليمون في جنوب كاليفورنيا ، ولكن في عام ١٩١٤ فإن جرعة التبخير القياسية أصبحت غير كافية في إقليم واحد ، وفيما بعد في أماكن مجاورة . الفحوص التي أجراها كويل وآخرون أوضحت أنه يوجد سلالتان من الحشرة ، واحدة مقاومة للسيانيد والأخرى غير مقاومة . عند تركيز معين للغاز ، يبقى حياً ٤٥٪ من الأولى فقط ٤٪ من الأخيرة . تزاوج السلالتين أوضح أنهما يختلفان في جينة واحدة مرتبطة بالجلوس لمقاومة يدك ن وبالمثل ، ظهرت مجموعات مقاومة بعد سنوات من التنظيم بالرش في آفات بجنون أخرى وفي يرقات فراش التفاح . استخدام ال د.د.ت للسيطرة على الآفة بدأ في أواسط الأربعينيات ، وسرعان ما ظهرت المقاومة - بين ذباب المازل في ١٩٤٦ ، وبسرعة بين البعوض والحشرات الأخرى . في



شكل ١٣ - ١٠ : فقاريات محيطية - من القروش إلى الثدييات - موضحة تقارباً تكيفياً للسباحة ، بأجسام إنسيابية وزعانف أو أطراف مجدافية الشكل .



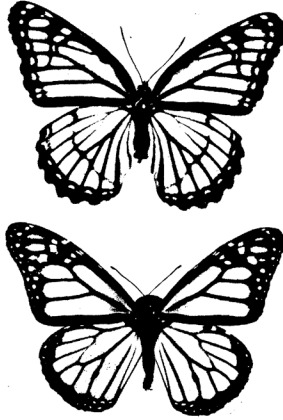
شكل ١٣ - ١١ : حشرة الأوراق (فليليم) من سيلان ، موضحة تشابهاً وقائياً لأوراق الشجر الأصفر عروق ، على الأرجل الأمامية والأجنحة ، حواف بالية ، وبقع فطرية ، مغيرة للون ، .

١٩٦٨ ، كان معروفاً في ١٢٧ آفة زراعية ، ٩٧ وفي تلك التي لها أهمية بالنسبة للصحة العامة للإنسان والحيوان الاجتناب السلوكي تطور في بعض بعوض الملاريا الذي يبقى عادة في المنازل . ذلك الذي يعيش في الداخل قد قتل بواسطة ال د. د. ت ، ولكن سلالات باقية خارج المنازل تمت في جواهر ، المكسيك . وبها . المقاومة تكون عموماً بواسطة انتخاب الجينات التي تنتج الأنزيمات القادرة على إزالة السم .

برامج السيطرة على الآفات تعتبر مثالية في سرعة تطور المقاومة ، غالباً في أجيال قليلة . المناطق المتسعة تعطى جرعات كبيرة ، تقتل معظم الأفراد المعرضين . إذا كانت المادة قصيرة الحياة ، فإن الاستخدامات المتكررة تكون متعددة ، وبذلك فإن الحشرات المعرضة تُنقل من منطقة كبيرة مدة طويلة تسمح للأفراد القلائل المقاومين الذين يقعون على قيد الحياة كى تتضاعف وتنشئ مجتمعاً جديداً . الأنواع التي لها أكثر من جيل في السنة ومعدل تكاثر عال تتكيف بسرعة أكبر . ذبابة الرمل في المستنقعات الماخلة طورت المقاومة للدلدرين بعد ثلاثة استخدامات بمعدل رطل لكل فدان . بعض الأسماك والبرمائيات قد كونت مقاومة ضد المبيدات الحشرية ، ولكن مع نسل سنوي قليل فقط ، فإنه يلزم فترة أطول .

في هذه الأحوال ، فقد استخدم الإنسان عاملاً جديداً مختاراً لإدخال قابلية التغير التي تتضمن جينات لكل من المقاومة واللامقاومة .

وثمة إنضباط سريع إلى حد ما ، وهو « التعقيم الصناعي » (أو إظلام) بين الفراش في مناطق المصانع في إنجلترا ، ألمانيا ، والأقطار الأوروبية الأخرى . الفراش يستريح نهائياً فوق جذوع وفروع الأشجار حيث تمزج ألوانها في الأصل مع الأرضية الشاحبة للعلف والألوان الخفيفة للأشنة . الأشنة حساسة للملوثة الجوية وتموت إذا زادت الأدخنة والسنج . إظلام الأشجار ينتج عن موتها وتراكم السنج . السلالات الداكنة لأنواع عديدة من الفراش ازدادت في العدد وأخيراً حلت جميعها محل المجموعات الشاحبة اللون . النوع الداكن من الفراش (بستون بتولاريا) كون فقط ١٪ من الجماعة بالقرب من مانشستر ، إنجلترا ، في ١٨٤٨ ، ولكنه زاد إلى ٩٩٪ في ١٨٩٨ . الآن ٨٠٪ داكنة في المناطق الشرقية المسودة بدخان المصانع ، في حين أنه ترى فقط طفرة داكنة من آن لآخر في أراضي الغابات بالجانب الغربي من إنجلترا ، الأراضي المرتفعة الاسكتلندية ، أو أيرلندا . أوضحت التجارب الحقلية التي أجراها كتل ول وتيرجن أن التغذية المتتعة بواسطة ضائدة الذباب المنقط ، كاسر الجوز ، طائر أبو الحناء ، طائر الذج وطيور أخرى ، مسئولة عن هذا التغير المدهش في الجماعة أكلت الطيور أفراداً داكنة مميزة عددها ست مرات عدد العينات الشاحبة الملونة وقائياً والتي أطلقت في غابة نظيفة في دورست بإنجلترا . النقيض حدث في غابة مسودة بالهباب بالقرب من برمنجهام ، حيث أخذت أفراد باهتة اللون عددها ثلاثة أمثال الأفراد داكنة اللون .



شكل ١٣ - ١٢ : القوية والشابه الوقائي . فراشة نال الملك (يمينيس أريشياس) إلى أعلى ، تنكر في شكل الفراشة الملكية دانواس بلكسياس إلى أسفل .

١٣ - ٢٤ التكيف السابق

من بين ذخيرة قابلية التغير لأي نوع ، توجد صفات عديدة ليست لها فائدة في وسطه المباشر . مثل تلك الصفات قد تزيد التكيفية الفعالة للنوع نحو الظروف الجديدة . مثال ذلك ، مع التغير لمناخ بارد ، فإن نوعاً ما ، ذا القدرة على تكملة دورة حياته أثناء فصل نمو قصير ، سوف يكون قادراً أن يعيش أو أن يغزو مناطق فيما وراء مدها الأصلي . النوع يكون سابق التكيف إذا كان قادراً أن يعيش تحت ظروف لم يتعرض لها من قبل .

١٣ - ٢٥ الانعزال وتكوين النوع

عنوان داروين لكتابه « أصل الأنواع » يبين المستوى الذى عنده يتم التطور . التغيرات (طفرات ، إعادة ترتيب الكروموسومات ... إلخ) تتم في الحيوانات الفردية ، ثم بواسطة التكاثر الجنسي ، إما أن تصاح وتنتشر خلال جماعة ، وإما أن تنحى (الانتخاب الطبيعي) . وعلى ذلك ، فإن النوع يكون هو أساس العملية التطورية . النوع عبارة عن جماعة تتزاوج طبيعياً ، يختلف ويكون منعزلاً عن الجماعات الأخرى . في الحيوانات اللاجنسية أو عذرية التكاثر ، فإن مسألة التزاوج لا تنطبق عليها ، وأى طراز مميز أو سلالة قد تسمى نوعاً . تكوين النوع هو العملية التى بها تتكون أنواع جديدة ، والانعزال هو عادة الخطوة اللازمة في تكوينها (فقرة ١٤ - ٣) . الانعزال قد يكون في الوقت أو المكان . في حالة الانعزال المؤقت ، يتطور النوع تدريجياً إلى نوع آخر خلال خط تطوري غير منقطع على مدى فترة طويلة . الانعزال المكانى يشمل الانفصال الفيزيقي لأجزاء من جماعة أصلية .

عدد الأفراد في كثير من الأنواع يكون ضحماً - مئات الألوف في الطيور العادية والثدييات وملايين أو بلايين في الحشرات واسعة الانتشار . ولكن جماعة أى نوع ، ليست متجانسة في التوزيع أو في الخصائص . أولاً ، ليست الأفراد مورعة بالنسبة في كل مكان من المجال الجغرافي الكلى ؛ ولكنها مقسمة إلى مجاميع أصغر معزلة إلى حد ما عن بعضها البعض . كل مجموعة تحتل جزءاً من المجال ، ولا تخطط الخمايع فيما عدا على امتداد حدودها ، بسبب القوى المحدودة للحركة أو الحواجز المختلفة . ثانياً ، تختلف المجاميع عن بعضها البعض كيفاً بالحجم ، اللون ... إلخ ؛ تلك الاختلافات تخطط حيث يمكن للممثلين عن المجاميع المختلفة أن تتزاوج (تنهجن) على امتداد حدود المجموعة . التعبير سلالة أو تحت نوع (شكل ١٣ - ١٣) يستخدم لمثل هذه الجماعة المحلية ، والجماعة الكلية المتحدة تسمى نوعاً متعدد الطرز . في بعض الأنواع ، لا تنقسم الجماعة إلى مجاميع مميزة ، ولكنها تبدى تغيراً مستمراً متدرجاً في الخصائص على امتداد منحدر - الشمال إلى الجنوب ، أراض منخفضة إلى أراض مرتفعة ، أو مناخ جاف إلى رطب مثل هذه الحالات المسماه منحدرات بيولوجية ، تُمثل بأنواع من الطيور والثدييات ، التى تكون أكبر في المناخ الأشد برودة (قاعدة برجمان) أو أدكن في المناطق الدافئة الرطبة . أدلة من مجالات متعددة - التصنيف ، الهجرة التناسل التجريبي ، علم الخلية ، علم الأمصال - تدل على أن النوع في المعنى العادى يكون في الحقيقة مكوناً من ذريات بيولوجية عديدة ، أصول ، أو سلالات

الانعزال ، فصل الأصول إلى وحدات أصغر ، قد يحدث بطرق عدة : (١) جغرافية ، عن طريق الفصل الفيزيقي في البعد ؛ (٢) بيئية ، في أنواع مختلفة من البيئات ، بالرغم من كونها في نفس المنطقة العامة ؛ (٣) فصلية ، حيث يتزاوج مجتمعان في أوقات مختلفة من السنة ؛ (٤) فسيولوجية ، حيث يوجد تعارض وظيفي في التزاوج أو في الإنتاج ، الإخصاب ، وبقاء الأمشاج ؛ (٥) سلوكية ، حيث لا تتزاوج الحيوانات من مجموعتين مختلفتين مع بعضها البعض . يبدأ التشعب

عادة بانعزال جغرافى . ثم تنشأ الأنواع ٢ إلى ٥ ثانويا .

جماعات الأنواع أو أقسام جماعة واحد منفصلة جغرافيا تسمى جماعات مختلفة المناطق ، إثنين أو أكثر من جماعات مختلفة تحتل نفس المنطقة التى تحفظ تمييزها ، هى جماعات مشتركة المناطق .

تختلف الأنواع فى تراكيبها الجينية المتكيفة ، وتنفصل بطرق تكاثرية انعزالية تختلف فى الفعالية . الانعزال يكون غالباً تاماً ، ولا تحدث هجائن . التهجين بين الأنواع يمكن أن يزيد متغيرتها الجينية وقدرتها على التكيف للأحوال الجديدة ، فى الأوساط الثابتة ، تكون الهجائن عادة معيبة ، لأن معظمها يكون أقل تكيفاً عن الأصول من الوالدين نحو الأماكن التى تحتلها تلك الأخيرة ، والأماكن الأخرى ممثلة بكائنات متكيفة جداً . ولكن ، تحت ظروف من التغير البيئى السريع حينما تتوافر مواضع بيئية جديدة والأنواع المستقرة تتعرض لضغوط منتقاة جديدة ، فإن الهجائن هى التى قد تثبت وعلاوة على ذلك ، فإن الأحوال المتغيرة قد تجمع أنواعاً كانت من قبل منفصلة بيئياً ، مزيدة فرص التهجين . تكون الجليد وأنشطة البشر قد أصطبحت تهجين متسع بين الجماعات الطبيعية .

١٣ - ٢٦ دخول الجينات فى المورثة المركبة

الهجائن تكون أكثر احتمالاً للتزاوج مع أفراد من واحد أو آخر من أصولها الأبوية عما مع بعضها البعض ، لأن الأولى تكون عادة أكثر وفرة ، ذرية التزاوج الرجعى الأبوى تكون أكثر احتمالاً للتكيف الجيد نحو الموطن الذى توجد فيه الذكور قد يكون شكلاً منحوراً لأحد المواطنين الأبوية ، عن الدرية من التزاوجات التهجينية . وعلى ذلك فإن التناسل المتعدد قد يحدث مع واحد من الأنواع الأبوية ، والانتخاب يؤيد الطرز الجينية التى بها غالباً جينات من هذا النوع الأبوى ، ولكن أيضاً جينات قابلة جاءت من الفرد الأبوى الآخر . هذه العملية ، التى تستلزم التهجين والتزاوج المتعدد مع أحد من الأصول الأبوية واستقرار مثل تلك الطرز الجينية للتزاوج الرجعى بواسطة الانتخاب ، تعرف بإدخال الجينات فى المورثة المركبة . جينات نوع واحد تدخل فى المورثة المركبة لنوع آخر . هذا الإدخال هو غالباً مصدر هام لقابلية التغير فى تطور النوع .

فى دراسة علم الوراثة الجماعى ، استخدمت نتائج الوراثة المنديلية فى الظواهر الجماعية تبعاً لقانون هاردي - واينبرج . التوازن الجينى الموصوف ، يحدث فقط فى الجماعات حرة التزاوج وفى وسط ثابت . إذا أصبحت أجزاء من هذه الجماعة منزلة بدرجات متفاوتة بواسطة حواجز لتحرير سريان الجينات ، فإن التباعد الجينى يحدث فى تحت الجماعات المنعزلة . الطفرة وإعادة الاتحاد يؤديان إلى مركبات جينية مختلفة عشوائياً بين الأفراد المنعزلة ، فى حين أن طرزها الظاهرية ، وكلها ، معرضة لنفس الأصول البيئية ، تبقى متكافئة بصفة منتقاة . ولكن فى الوسط الطبيعى ، يكون التباعد عادة متكيفاً . الوسط غالباً فى كل مكان من مجال الجماعة ، وينتج الانتخاب الطبيعى مركبات جينية متكيفة مختلفة فى تحت الجماعات المنعزلة .

١٣ - ٢٧ قاعدة المؤسس

قد تبدأ الجماعة بواحد (أنثى مخصبة) أو مؤسسين قليلين ، كما في حالة الانتشار العرَضِي للكائنات من أماكن الأرض الرئيسية إلى الجزر . يدخل عنصر هام من الصدفة في تكوين الطراز الجيني لمثل تلك الجماعات يحمل المؤسسون جزءاً صغيراً فقط من التغير الجيني الكلي للجماعة الأبوين ، والمستعمرة التي يكونونها سوف تحتوى فقط على الجينات القليلة نسبياً التي يحضرونها معهم فيما عدا ما يستبد أو يزداد بالطفرة والإسهام من المهاجرين الإضافيين . هذه الظاهرة التي تعرف بقاعدة المؤسس ، يمكن أن تتسبب في اختار كثير من الطُرُز الجينية المختلفة في مجموعة من الأوساط . ولكن مثل تلك الجماعات المؤسسية ، تكون غالباً عرضة للانقراض بسبب صغر حجمها ومتغيرتها المحدودة التي تجعلها أقل ملاءمة للتغيرات البيئية .

١٣ - ٢٨ عصافير داروين

تأثيرات الانعزال على تكوين الأنواع تظهر جيداً من طيور تحت فصيلة جيوسبيزين على جزر جلاباجوس على بعد ٦٠٠ ميل (٩٦٠ كم) . هذه المجموعة من الجزر المحيطية ، وأكثرها ٨٠ ميلاً (١٢٩ كم) طولاً ، من المحتمل أنها نشأت بركانية . الغطاء النباتي متنوع ، نبات الزعرور والصبار في الأراضي المنخفضة حيث تكون من اللحم الخشن ، ولكن يتغير الغطاء النباتي إلى غابات رطبة في التربة السوداء الغنية على قمم الجبال على ارتفاع ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ قدم (٦١٠ إلى ١٢٢٠ متراً) . السلاسل الأرضية الضخمة والإجوانا هي الحيوانات الأرضية الوحيدة المحلية الضخمة . معظم الأنواع المميزة من الطيور الأرضية المقيمة هي العصافير المغردة (finches) ، التي كوت ١٤ نوعاً . وبالتالي ، فوق الجزر المنفصلة ، البعض قد تشعب أيضاً إلى تحت أنواع أو جماعات أقل تمييزاً . من وجهة النظر الداروينية ، فإن إختلافات بسيطة نتجت تؤدي إلى « أنواع أولية » ، وتكوين الأنواع يعتبر كاملاً حيناً يتقابل مثل هذين النوعين فيما بعد ويصبحان متميزين . وعلى ذلك ، فإنه يوجد على معظم الجزر ثلاثة أنواع متقاربة جداً من العصافير الأرضية (جيوسبيزا ماجنوستريس ، ج فورس ، ج فوليجينوزا) تتغذى على حبوب ذات صلابة مختلفة نسبياً ، وهي لا تتزواج مع بعضها ؛ من المحتمل أنها تطورت فوق جزر مختلفة وتجمعت مع بعضها فيما بعد . فإنه يوجد على معظم الجزر ثلاثة أنواع متقاربة جداً من العصافير الأرضية (جيوسبيزا ماجنوستريس ، ج فورس ، ج فوليجينوزا) تتغذى على حبوب ذات صلابة مختلفة نسبياً ، وهي لا تتزواج مع بعضها ؛ من المحتمل أنها تطورت فوق جزر مختلفة وتجمعت مع بعضها فيما بعد .

تلك العصافير توضح وجهاً آخر من التطور - التشعب المتكيف . أسلاف نباتات وحيوانات جلاباجوس لا بد وأنها قد انتقلت إلى هناك بوسائل عرضية (فقرة ١٢ - ٢٤) . حيناً وصل السلف الأصيل للعصافير ، من المحتمل أنه وجد منافسين قليلين أو لم يجد بالرة . ومع الإقامة فوق جزيرة أو أكثر ، ازدادت المنافسة ، حيث أن الجزر تختلف في الحجم ، الارتفاع ، الأحوال الغذائية ، وعوامل

أخرى ، والمحيط هو عائق إلى حد ما نحو التحركات بين الجزر لتلك الطيور ، فإنه حدث تشعب تكيفى ، ونشأت سلالات جزرية متميزة . الاختلاف الجينى أدى إلى الانعزال التناسلى . التحركات التالية سببت إختلاطاً للأنواع فوق الجزر المختلفة . التعايش زاد من التنافس على الطعام والاحتياجات الأخرى ، والانتخاب يبرر الاختلافات التى تطورت أصلاً عن الانعزال . ثلاثة أنواع تعايش على كل من الـ ١٦ جزيرة الرئيسية من مجموعة الجزر ، وثلاثة من الجزر الأكبر كل به ١٠ أنواع . وهى قادرة على أن تعيش مع بعضها بسبب التنوع فى تركيبها وعاداتها . بداخل تحت الفصيلة المنعزلة من الطيور ، قد تطورت المتكافآت البيولوجية لسبع مجاميع فصيلية قارية .

بعض النماذج بين « إلعصافير هى (١) آكلات الحبوب (جويسيزا) بمنقار مخروطى قوى ؛ (٢) آكلات الزهور والرحيق (كاكوتونس) بمنقار طويل مسحوب ؛ (٣) آكلات البراعم ، الأوراق ، والفاكهة (بلاتسييزا) بمنقار قريب الشبه بمنقار البيغاء ؛ (٤) آكلات الحشرات (سويتيدى) بمنقار رفيع وعادات الطائر المغرد ؛ (٥) نموذج نقار الخشب (كامارهينكس) بمنقار مستقيم قوى للنقر فى جذوع الشجر . النوع القريب كاكوتوسيزا باليدا ، الذى يفتقد اللسان الطويل لنقار الخشب الحقيقى ، يستخدم فرعاً أو شوكة صبار حينما يحس فى الشجر .

تلك العصافير غير الواضحة ، فوق مجموعة من الجزر الاستوائية النائية ، قد كان لها دور هام فى الفكر التطورى منذ كتب داروين الشاب (رحلة البيجل)؛ إلى حد بعيد ، الظاهرة الأكثر وضوحاً فى التاريخ الطبيعى لهذه المجموعة من الجزر هى ، أن الجزر المختلفة إلى حد كبير تقطنها مجموعة مختلفة من الكائنات لم أحلم قط أن جزراً تبعد عن بعضها خمسين أو ستين ميلاً ، ومعظمها على مرمى من بعضها البعض ، ومكونة تماماً من نفس الأحجار ، وتقع تحت مناخ مماثل تماماً ، وترتفع إلى ارتفاع متساوٍ تقريباً ، قد تستوطن بشكل مختلف ومن ثم ، يبدو أننا تقترب إلى حد ما ، نحو هذا الوجه الكبير - غموض الغموض هذا - أول ظهور كائنات جديدة فوق هذه الأرض » .

الصورة الكلية التى تبتثق عن دراسة التطور هى صورة خلاقة - تبدأ من القطعة الأولى لبروتوبلازم الحيوان ، الحياة قد ازدادت فى تنوع وكال التكيفات خلال الأجيال ، كما يظهر من التنوع المتسع لكل الأنواع الحية والمنتشرة . هذا يفترض أن الإمكانات نحو المستقبل قد تكافء أو تفوق تلك التى أنتجرت من قبل .

مراجعة

- ١ - ماذا يوحي إليك إختفاء الديناصورات فيما يختص بالتطور وثبات المجموعات السائدة ؟ وبالنسبة للإنسان ؟
- ٢ - هل يمكنك إقتراح حالة يكون فيها الانعزال ضروريا لتطور نوع جديد ؟
- إذا كان التطور قد أصبح حقيقة واقعة في عقول العديد من علماء الحيوان ، لماذا يعرف للآن « بنظرية التطور » ؟
- ٤ - ما هو التشابه في التركيب بين الأجهزة العضوية للفقاريات ؟
- ٥ - بأى شكل تمثنا الأجنة بدليل على العلاقات التطورية ؟
- ٦ - هل للتركيب الأثنية أى أهمية تطورية ؟
- ٧ - ما نوع الدليل التطورى الذى تمثنا به الحفريات ؟
- ٨ - ما هى التغيرات الرئيسية فى الحصان من العصر الأيوسينى إلى العصر الحديث ؟
- ٩ - من هو الذى إقترح نظرية التطور الرئيسية الأولى ؟ ما هى السمات الأساسية لنظرية داروين ؟
- ١٠ - ما هو المرجع البيولوجى لتشارلز داروين ؟ كيف توصل إلى فرض نظرية التطور ؟
- ١١ - ما هى السمات الأساسية لنظرية داروين ؟
- ١٢ - عرف : النوع ، الانتخاب الصناعى ، الانتخاب الطبيعى ، الكفاح للبقاء .
- ١٣ - كيف شاركت الطفرات فى التطور العضوى ؟
- ١٤ - بعض الجينات السائدة والضارة أيضا لحياة الكائن لم يُنتخب ضدها ، إذ أن تواجدها ظل ثابتاً من جيل لجيل . هل يمكن أن تقترح تفسيراً لهذه الظاهرة التى تتوافق مع وجهة نظرنا الحديثة للتطور ؟ (ملحوظة : خذ فى الاعتبار تاريخ حياة الكائن ومتى ظهرت الجينة) .
- ١٥ - إشرح إصطلاح « التكيف السابق » .
- ١٦ - ما هى الأصناف المتنوعة للانعزال ، وكيف شاركت فى تكوين النوع ؟

الجزء الثاني

عالم الحيوان

الفصل الرابع عشر

تصنيف الحيوانات

قدم لينوس عام ١٧٥٨ أول حصر شامل لجميع الحيوانات المعروفة في ذلك الوقت ، وقد بلغ مجموعها ٤٢٣٦ نوعاً . وفي عام ١٩١١ تمت تسمية ما يقرب من ٥٢٢٤٠٠ نوع ، وفي الوقت الحالي بلغ عدد الأنواع أكثر من المليون . ولا يزال هناك حتى اليوم اكتشاف وتسمية لأنواع جديدة من الحيوانات . ومن المعتقد أنه يعيش في عالمنا الآن أكثر من مليون نوع من الحيوانات . وفي مناطق معينة أمكن حصر أعداد الأنواع بصفة نهائية تقريباً . وعلى سبيل المثال ، يعيش في شمال ووسط أمريكا أكثر من ٨٥٠ نوعاً من الثدييات ، وفي شمال المكسيك يوجد ٧٧٥ نوعاً من الطيور ، و ٢٤٠ نوعاً من الزواحف و ١٦٠ نوعاً من البرمائيات .

التصنيف

من أهم الأهداف الرئيسية لعلم الحيوان التوصل لمفهوم شامل لعالم الحيوان . ومن المعروف أنه لا يمكن لأي عالم أن يجرى دراساته إلا على مجموعة صغيرة من الحيوانات المعروفة . لذلك ، كان من الضروري أن تستنبط طرق محددة لتصنيف الحيوانات حتى يسهل دراستها ، وتعتبر هذه إحدى الأهداف الرئيسية لعلم التصنيف والذي يعرف أيضاً بإسم علم الحيوان التصنيفي .

١٤ - ١ الطرق والأهداف

من السهل علينا أن نلاحظ أوجه التشابه والاختلاف بين المجموعات المختلفة من الحيوانات بين حيوانات المزرعة الأليفة ، نلاحظ أن لكل من البقر والغنم قروناً وحوافر مشقوقة ، ولكنها تتباين من حيث الحجم والشكل واللون وغطاء الجسم . ومن جهة أخرى ، يتشابه الحصان مع البقر والغنم في الأرجل الطويلة والأسنان الطاحنة ، ولكن الحصان ليس له قرون كما أن حوافره غير مشقوقة . يختلف الكلب عن الحيوانات الثلاثة السابقة ، إذ أن له أظافر ووسائد على أصابع أقدامه المنفصلة ، وبالإضافة إلى ذلك فإن أسنانه قاطعة ومزقة ، وفي الوقت نفسه يتفق معها في وجود الشعر . يعتبر

القط أكثر قربا للكلب منه للحيوانات الحافرية . وجميع هذه الحيوانات تجمع بينها صفات مشتركة ، فجسمها مغطى بالشعر ولها أسنان ، كما أنها تلد وترضع صغارها ، بالإضافة إلى بعض الصفات المشتركة الأخرى . ومن جهة أخرى ، تختلف هذه المجموعة من الحيوانات عن الدجاج والبط الذى يغطي الريش أجسامها ، كما أنها تملأ من الأسنان وتضع البيض . الدجاج والبط وغيرها من الطيور تشترك مع الثدييات رباعية الأقدام السابقة في العديد من الصفات منها ؛ وجود عينين ورتين وأربعة أطراف . ومن ثم ، يمكن تصنيف الحيوانات إلى مجموعات رئيسية وثنائية حسب أوجه التشابه والاختلاف .

تستخدم الصفات الموروثة للحيوانات كأسس للتصنيف ، وتتضمن الصفات التركيبية والحجم ونسب الجسم واللون وغيرها . والصفة تكون عادة مميزة إذا ما ارتبطت دوما بصفات أخرى . فمثلا لكل طائر ، بالإضافة إلى الريش ، منقار وجناحان وقدمان مخلييان وقلب مكون من أربع حجرات ودم حار .

كان الهدف الأول من التصنيف هو مجرد الإسترزاه من المعرفة ، ولكن الأهم من هذا هو توضيح مدى العلاقات بين الكائنات ويمكن تصنيف الحيوانات بطرق عدة ، فمثلا تصنف جميع الحيوانات ذات الأصناف في مجموعة واحدة وكذلك بالنسبة للحيوانات دودية الشكل ، وهكذا ؛ وقد استخدمت هذه الطريقة بواسطة علماء الحيوان الأوائل ومع التقدم العلمى وتزايد المعلومات ، تبين خطأ طريقة التصنيف هذه ، إذ ضمت حيوانات في مجموعة واحدة إتضح فيما بعد أنها متباينة بدرجة كبيرة . الطريقة الحديثة للتصنيف تعرف بطريقة « النظام الطبيعي » وتستخدم فيها جميع المعلومات المتوفرة الآن بالنسبة للتركيب ووظائف الأعضاء والتكوين الجنينى والبيئة وغير ذلك . ويمكن تمثيل كل مجموعة بعدة صفات معينة . ويهدف علم التصنيف إلى بيان العلاقات المبنية على التطور الإستدلالي للمجموعات المختلفة في عالم الحيوان (شكل ١٤ - ١) .

عند القيام بالدراسة التصنيفية ، يجب التمييز بين الصفات التى تبين المضاهاة أو التشابه في الأصل (وبالتالي العلاقات) وتلك التى توضح التماثل أو التشابه في الوظيفة (وليس بالضرورة في الأصل) . فمثلا ، الذراعان في الإنسان والرجلان الأماميان في الثدييات والضفادع ، والجناحان في الطيور ، تعتبر تراكيب متشابهة في الأصل ، إذ تشابه أساسا في تركيب العظام والعضلات والأوعية الدموية والأعصاب ، غير أن كلاً منها يقوم بوظيفة مختلفة . ومن جهة أخرى ، تعتبر أجنحة الطيور والفراشات تراكيب متماثلة إذ أنها تؤدي نفس الوظيفة وهى الطيران ، ولكنها تتباين في التكوين الجنينى وفي التركيب البالغ (شكل ١٣ - ١) .

١٤ - ٢ عوالم الكائنات

منذ عهد لينوس حتى وقت قريب صُنفت جميع الكائنات الحية إلى عالين هما عالم النبات وعالم الحيوان . تتميز النباتات بالمواد الصبغية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي وذلك بالإضافة إلى كونها عديمة الحركة . الحيوانات ، بصفة عامة ، لا بد لها من أن تسعى بنفسها بحثاً عن غذائها ، ويتكون غذائها من نباتات وحيوانات أخرى . لأول وهلة ، يبدو هذا التصنيف من السهولة بمكان إذا ما إقتصِر الأمر على النباتات والحيوانات الكبيرة ، ولكن هناك مجموعة من الكائنات مثل عيش الغراب وبعض الفطريات الأخرى من ذوات القرني لا تتم فيها عملية التمثيل الضوئي ، ومع ذلك فهي تعتبر من عالم النبات ، وذلك لأنها لا تزال تحتفظ بالشكل النباتي كما أن لها نمط نمو مشابه للنبات . وقد ظهرت بعض المشكلات الأساسية بالنسبة لنظام تصنيف الكائنات إلى عالمي النبات والحيوان ، وذلك فيما يتعلق بالكائنات المجهرية التي تمت دراستها تفصيلاً . على سبيل المثال ، بعض الكائنات تجمع بين خصائص كل من الحيوانات والنباتات كالـ *كاليوجلينا* (فصل ١٥) . بالإضافة إلى ذلك ، فإن هذه الكائنات وحيدة الخلية ، والخلايا الفردية هذه أكثر تعقيداً من خلايا أجسام الحيوانات عديدة الخلايا . بعض الكائنات المجهرية ترتبط مع بعضها مكونة مستعمرات ، ولكنها لا تكون أنسجة كما في الحيوانات عديدة الخلايا . لذلك ، فإن نظام تصنيف الكائنات إلى عالين لا يمكن أن يتضمن مثل هذه الكائنات . والنتيجة أن علماء النبات قاموا بضم هذه الكائنات إلى عالم النبات لأنها تحتوي على مواد صبغية تخصص بعملية التمثيل الضوئي ؛ في الوقت نفسه ، فإن علماء الحيوان اعتبروها حيوانات إذ أن لها القدرة على الحركة . في الخمسينات والستينات من هذا القرن ، أجرى علماء البيولوجي دراسات مستفيضة على تركيب الخلية وكيمياء الخلية . وقد أدت هذه الدراسات إلى تفاقم مشكلة التصنيف ، وأصبح من الصعب تحديد الوضع التصنيفي لهذه الكائنات ، هل هي حيوانات أم نباتات ؟ على سبيل المثال ، البكتيريا والطحالب الخضراء - الزرقاء لا يوجد بها أنوية ولكنها تحتوي على مواد وراثية . بالإضافة إلى ذلك ، لا تحتوي هذه الكائنات على عضيات كتلك التي توجد في الحيوانات وحيدة الخلية مثل الميتوكوندريا والفجوات وجهاز جولجي ، كما تتباين أيضاً العمليات الأيضية . لذلك تمحير العلماء في الوضع التصنيفي لهذه الكائنات ، فهي دون أدنى شك ليست حيوانات ، وأيضاً ليست لها الصفات المميزة للنباتات .

وهناك مجموعة أخرى من الكائنات لا مكان لها في عالمي النبات والحيوان ، وهي الفطريات . جرى العرف على وضعها ضمن عالم النبات ، وفي واقع الأمر فإن للفطريات صفات بعيدة كل البعد عن النباتات . فمثلاً ، تحصل النباتات على غذائها بواسطة التمثيل الضوئي ، إذ تقوم ببناء جزيئات غير عضوية من ثاني أكسيد الكربون والماء . الفطريات لا تقوم بعملية التمثيل الضوئي . عوضاً عن ذلك ، تفرز إنزيمات في الجسم الذي تنمو عليه . تقوم الإنزيمات بتكسير جزيئات عضوية مركبة توجد في مخلفات حيوانية وكائنات ميتة ، ثم تمتص الجزيئات البسيطة بواسطة الفطر . ومن مميزات الفطريات الأخرى عدم وجود فواصل محددة بين الخلايا . نتيجة لذلك ، فإن الجزيئات العضوية الكبيرة وحتى الأنوية يمكنها الانتقال من خلية لأخرى . لذلك تختلف النباتات عن الفطريات بمثل إختلافها عن

الأمبيات وحيدة الخلية والبكتيريا .

نتيجة هذه الاختلافات الجوهرية السابق ذكرها فقد اقترح العديد من العلماء تقسيم الكائنات الحية إلى عدة عوالم يتراوح عددها من ثلاثة إلى خمسة (جدول ١٤ - ١) . الإقترح الأول هو تقسيم الأحياء إلى ثلاثة عوالم ؛ عالم البروتوكيستا ، عالم النبات (يسمى أيضا الميتافيتا) ، وعالم الحيوان (يسمى أيضا الميتازوا) . في هذا النظام ذى العوالم الثلاث تظل الفطريات تابعة لعالم النبات ، بينما تضم جميع الكائنات وحيدة الخلية في عالم البروتوكيستا . نظام الأربعة عوالم يتضمن المونيرا ، البروتستا ، النبات (ميتافيتا) . والحيوان (ميتازوا) . هذا النظام ذو العوالم الأربعة يقسم الكائنات وحيدة الخلية إلى المونيرا عديدة الأنوية والبروتستا ذات الأنوية . نظام العوالم الخمس يضم الأربعة عوالم السابقة بالإضافة إلى الفطريات التي صنف في عالم قائم بذاته . يبين الجدول ١٤ - ٢ خصائص العوالم الخمس

جدول ١٤ - ١

ثلاثة عوالم	أربعة عوالم	خمس عوالم
بروتوكيستا →	مونيرا →	مونيرا
	بروتستا →	بروتستا
نبات →	نبات →	فطريات
حيوان →	حيوان →	حيوان

في هذا الكتاب سوف يستخدم نظام العوالم الأربع . باستثناء واحد ، هو أن الفصول القادمة سوف تختص بدراسة وصفية للحيوانات . هذا الإستثناء هو الأوليات ، وهي مجموعة من البروتستات المتحركة ، والتي إلى وقت قريب كانت تعتبر من الحيوانات . وقد تضمن هذا الكتاب دراسة عن الأوليات ، لأنها ذات أهمية خاصة بالنسبة لعلماء الحيوان ، ولابد للطالب المتخصص في علم الحيوان أن يكون ملما في دراسته بأشكال الحياة وحيدة الخلية . لذلك يجب على القارئ أن يعرف أن خلية الأوليات غاية في التعقيد ، كما أنها تحتوي على بعض العضيات التي لا توجد في خلايا الحيوانات عديدة الخلايا . بالإضافة إلى ذلك ، فإن جميع البروتستات لا يظهر بها التنوع النسيجي المميز للحيوانات عديدة الخلايا .

١٤ - ٣ النوع

النوع هو الوحدة الأساسية أو « حجر الزاوية » في التصنيف البيولوجي . يمكن تعريف النوع بأنه مجموعة من الأفراد المعزولة تناسليا عن غيرها من المجموعات الأخرى . لذلك ، تنحدر أفراد النوع الواحد جميعا من سلف مشترك ، وبمكثها العرولج فيما بينها لتنتج إنتاجا خصباً شبيهاً بالأبوين . في الطبيعة ، لا تتوالج الأنواع المختلفة مع بعضها ، لكنه قد يحدث أحيانا عرولج بين أنواع مختلفة وتنتج عن ذلك افراد هجينة . من أمثلة الأنواع الشائعة ، الذبابة المنزلية ، سمكة الفرخ الأصفر ، الضفدع الخنزير ،

جدول ١٤ - ٢ خصائص عوالم الكائنات الخمس

العالم	نوع الخلية	عضيات الخلية	نوع التغذية
الموتيرا	عددية النواة	غياب الغشاء حول العضيات ؛ غياب البلاستيدات ؛ وغياب الميتوكوندريا	بالامتصاص أو بالتفليل الضوئي
البروتستا	ذات نواه	جميع عضيات الخلية	بالامتصاص أو بالتفليل الضوئي
النبات	ذات نواة وجدار	موجودة ، لكن الخلايا أبسط	أساساً التفليل الضوئي
الفطريات	ذات نواه	غياب البلاستيدات والمواد الصبغية المتخصصة بالتفليل الضوئي	بالامتصاص
الحيوان	ذات نواه وبدون جدار	غياب البلاستيدات والمواد الصبغية المتخصصة بالتفليل الضوئي	بالابتلاع

والمصفور الإنجليزي . فقد تصنف أفراد النوع الواحد إلى مجموعات أصغر تعرف باسم تحت أنواع ، وهي تتباين فيما بينها بصفة أولية في أن كل تحت نوع يقطن مجالا جغرافيا منعزلا ، والأفراد التي توجد على الحدود الفاصلة بين مجالين لتحت نوعين متجاورين تكون خصائصها وسطية (شكل ١٣ - ١٢) .

يُطلق على كل نوع من الحيوانات اسما علمياً ، وهو إسم مزدوج ، كما في الإنسان إسم أول ولقب . مبدأ إستخدام كلمتين لتعريف النوع يعرف بالتسمية المزدوجة ، وقد إستخدمت هذه التسمية منذ عام ١٧٥٨ ، عندما إستعملها لأول مرة العالم السويدي العظيم لينوس الذي يعتبر المؤسس الأول لعلم تصنيف الأحياء . الأسم الأول هو إسم الجنس ويبدأ بحرف كبير ؛ والثاني هو إسم النوع ويبدأ بحرف صغير . كل إسم علمي يعتبر فريداً في عالم الحيوان . أحيانا يكشف أن نوعين يحملان نفس الإسم ، لذلك فإن النوع الذي كان يحمل الإسم لفترة أطول يحتفظ به ، أما النوع الآخر فيجب تغيير أسمه مثال لإسم علمي رانا *Rana pipiens* ، الضفدع القهقه الشائع .

١٤ - ٤ المجموعات الأعلى

تعتبر الأنواع الحيوانية مجموعات طبيعية من جماعات تتزاوج فيما بينها حقيقة أو إحتلالاً أما بقية فئات التسلسل التصنيفي فهي عرقية لأنها من عمل الإنسان . والهدف منها هو توضيح المستويات المتباينة للعلاقات بين الحيوانات على أساس التطور . بما أن معلوماتنا عن التطور لا زالت قاصرة وعليه تعددت التفسيرات لهذه العلاقات ، فلقد نشأ عين ذلك تضارب في الرأي بين علماء الأحياء حول وضع بعض

الأنواع في المجموعات العليا. يضم التسلسل التصنيفي ست وحدات رئيسية هي: الشعبة، الطائفة، الرتبة، الفصيلة، الجنس، والنوع.

يضم الجنس نوعين أو أكثر لها صفات مميزة مشتركة؛ وبالتالي فالأجناس المتشابهة في الصفات تكون فصيلة، الفصائل تتجمع في رتب، والرتب في طوائف، والطوائف في شعب. تكون الشعب جميعها عالم الحيوان، الذي يقابله عالم النبات. النهج التصنيفي هذا يشبه شجرة عديدة الأوراق (الأنواع)، ورقة واحدة أو أكثر على كل غصن صغير (الجنس)، عدة أغصان صغيرة على غصن كبير (الفصيلة)، إثنان أو أكثر من الأغصان الكبيرة على فرع (الرتبة)، عدد من هذه الأفرع على فرع أكبر (الطائفة)، هذه الأفرع الكبيرة تنشأ من جذع رئيسي (الشعبة)، جميعها تكون الشجرة (عالم الحيوان). وقد دعت الحاجة إلى تكوين فئات وسطية (تحت فصيلة، فوق طائفة، تحت شعبة، المخ) لتبين بطريقة صحيحة درجة العلاقة. هناك بعض الحالات، التي تضم فيها المجموعة (الجنس أو أعلى منه) مثلاً واحداً فقط، لكونه مميزاً عن الآخرين، وهذه المجموعة تعرف بوحيدة النوع.

١٤ - ٥ خصائص عامة

بعض الشعب قد تجمع بينها بعض الصفات المشتركة، لذلك أمكن ضمها معا في مرتبة أعلى من الشعبة (كما سيرد فيما بعد في هذا الفصل). ضمن عالم الحيوان، الإسفنجيات (المساميات) تكون فرع البارازوا ويتميز بعدم وجود تجويف هضمي وبأن جدار الجسم مثقب، فرع البارازوا يقابله فرع الميتازوا الأصلية (جميع الحيوانات الأعلى) ويتميز بتجويف هضمي وجدار جسم غير مثقب. تقسم الميتازوا الأصلية إلى سلسلتين تطورتين كبيرتين، الأولى تعرف بأوليات الفم وتضم شعب مفصليات القدم، الحلقيات، والرخويات، الأخرى تعرف بثانويات الفم ومن أهم شعبها الجلد شوحيات والحلبيات. تتباين هاتين السلسلتين من الناحية الجينية ومن مميزات الأطوار اليرقية. أوليات الفم لها غطاء خاص للتفلج يسمى اللولبي والمحدد، وينشأ الفم من فتحة الجاستروال الجينية. تكوين السيلوم في أوليات الفم ذات السيلوم، يتم عادة بانشقاق في كتلة ميزودرمة، وطريقة التكوين هذه تعرف بالسيلومية الإنشطارية. في النهاية، تكون اليرقة إن وجدت، قيمة الشكل عادة وتعرف باسم اليرقة المطوقة (التروكوفور). على العكس من ذلك، فإن ثانويات الفم بها تفلج شعاعي غير محدد، ويتكون السيلوم من جيوب خاصة تبرز من المعى الأول أو المعى القديم، وهذه العملية تعرف بالسيلومية المعوية. فتحة الجاستروال لا تكون الفم، واليرقة، إن وجدت، ليست يرقة مطوقة.

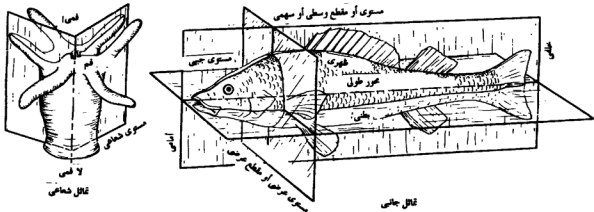
نصنف الميتازوا الأصلية أيضا، تبعا لعدد الطبقات الجرثومية المتكونة في الجنين، إلى ثنائية الطبقات (اللاسعات وحاملات الأمشاط)، وثلاثية الطبقات (بقية الشعب). الشعب الأعلى (البرايزوا - أو الحلبيات) تضمها السيلوميات الأصلية ولها تجويف جسم أو سيلوم مبطن بالبريتون، لذلك تؤدي القنوات الإخراجية والتناسلية إلى الخارج. في مفصليات القدم

والرخويات ، يكون السيلوم مختزلاً جداً ، ويجرى الدم في تجاويف بين الأعضاء الداخلية تعرف بالتجويف الدموى . تجاويف الجسم في الإنتر بروكتا والحظيقات ، الدورات وحليقاتها تكون غير مبطنة وتعرف بالسيلوم الكاذب . شعبتان من الشعب الدنيا لا يوجد بهما تجاويف جسمية ، المفلطحات والتمريتيات ، لذلك يطلق عليهما إسم اللاسيلوميات . اللافقاريات تتضمن جميع الحيوانات التى ليس لها عظم ظهري من الفقرات ، يقابلها الفقاريات (شعبة الحبليات من دائريات الفم إلى الثدييات) التى لها عمود فقارى معقل .

بالإضافة إلى الصفات التى سبق ذكرها ، هناك بعض الخصائص الأخرى التى لها أهمية فى التصنيف (شكل ١٤ - ٣) .

١ - التماثل

العديد من الأوليات عديم التماثل ، لأنه لا يمكن تقسيم الجسم إلى جزئين متكافئين ، وأوليات قليلة يظهر بها تماثل كروى . اللاسعات والجلد شوكيات البالغة تكون عادة شعاعية التماثل حول محور وسطى مار بالفم ، لذلك يمكن لأى مقطع يمر بال محور أن يقسم الحيوان إلى قطع شعاعية (شكل ١٤ - ٢) . معظم أفراد الشعب الأخرى لها تماثل جانبي ؛ يمكن تقسيم الحيوان إلى نصفين متساويين ومتقابلين بمقطع عمودى يمتد طولياً (سمى) . فى مثل هذه الحيوانات فإن الجزء الذى يتحرك للأمام (يحتوى على الفم عادة) يعرف بالأمامى ، الجزء المقابل يعرف بالخلفى ، الظهر أو السطح العلوى يعرف بالظهري ، والسطح السفلى (تجاه الأرض عادة) يعرف بالبطنى . التراكيب التى توجد على المحور الطولى المركزى أو تجاهه تعرف بالوسطية ، وتلك التى على الجانبين تعرف بالجانبية . (شكل ١٤ - ٢) .



شكل ١٤ - ٢ : أنواع التماثل والمحاور والمستويات والمناطق فى أجسام الحيوانات .

٢ - التعقيل

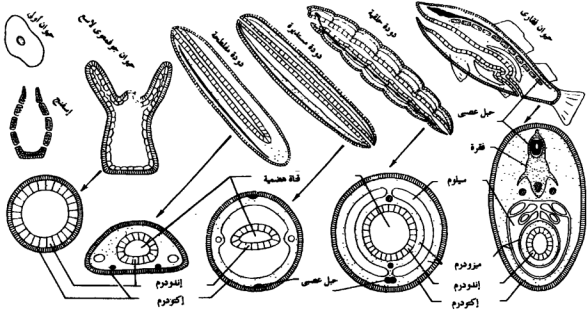
(شكل ٢٣ - ١٩) . الحلقيات ، مفصليات القدم ، والحيليات يوجد فيها تكرار تتابعي لأجزاء الجسم ، ويعرف ذلك بالتعقيل ، وكل وحدة متكررة تعرف بالعقلة (القطعة) . تشابة العقل المتكررة في ديدان الأرض ، ولكنها لا تشابة في مناطق الجسم المختلفة لجراد الماء والحشرات . يظهر التعقيل بوضوح خارجيا وداخليا في الحلقيات ، وغالبا خارجيا في مفصليات القدم ، وأساسا داخليا في الإنسان وحيليات أخرى (الفقرات ، عضلات الجسم ، بعض الأوعية الدموية والأعصاب) .

٣ - الأطراف

أجزاء بارزة من الجسم تستخدم في الحركة ، التغذية ، وأغراض أخرى ، من الأمثلة على ذلك لواص شقائق النعمان ، الأشواك الدقيقة لدودة الأرض ، قرون الإستشعار والأرجل لمفصليات القدم ، والزعانف والأرجل والأجنحة للفقاريات .

٤ - الهيكل

معظم الحيوانات الأرضية وحيوانات مائية عديدة لها هيكل لغرض التدعيم أو الحماية ، قد يكون داخليا (الضفدعة ، الإنسان ، الخ) أو خارجيا (مرجان ، سرطان ، حشرة) . يتركب الهيكل من مواد عضوية أو غير عضوية .



شكل ١٤ - ٣ : رسوم تخطيطية لتركيب الجسم في أنواع عديدة من الحيوانات لأعلى : قطاع وسطي ؛ لأسفل : قطاع عرضي مع بيان الطبقات الجرثومية الجنينية .

٥ - الجنس

الحيوان الذى يحتوى على كلى الأعضاء الجنسية الأنثوية والذكورية يعرف بأحادى المسكن (أيضا خنثى) ، أفراد معظم الشعب العليا تكون ثنائية المسكن ، كل فرد أما ذكراً أو أنثى .

٦ - التكوين الجنينى

تفلىح البيضة يكون تاماً أو كاملاً فى لاققاريات عديدة ، السهم ، البرمائيات ، والثدييات . فى البيض الغنى بالملح ، يكون التفلىح غير تام أو جزئى إذ يقتصر على جزء محدود من البيضة ، كما فى السيبيا ، الحشرات ، أسماك عديدة ، الزواحف ، والطيور .

٧ - اليرقات

الأنطوار الصغيرة المعروفة باليرقات تقدم غالباً معلومات هامة عن علاقات لا تظهر بالحيوانات البالغة . العديد من اليرقات لها صفات تتلاهم مع البيئات التى تعيش فيها ، مثل وجود الأهداب لغرض السباحة . التركيب الأساسى لهذه اليرقات ، يعتبر عادة مميزاً لكل شعبة أو طائفة . على سبيل المثال ، الأنطومات والقريبات تم تصنيفها لأول مرة بطريقة صحيحة بعد دراسة يرقاتها . العديد من اللاققاريات المائية التابعة لأوليات الفم لها نوع عام من اليرقات - دقيقة ، شفافة ، وحررة السباحة . وهى غالباً قمية الشكل وتحاط بطوقين من الأهداب التى تضرب فى الماء فيما بشبة عجلة دوارة ، لذلك أطلق عليها إسم التروكوفور (اليرقة المطوقة الدوارة) . يوجد بالجزء العلوى لليرقة صفيحة تحمل خصلة من الأهداب وعضو حسى . تحدث تحورات متنوعة فى هذه اليرقة ، وبذلك تعتبر اليرقة المبكرة للعديد من المفلطحاب البحرية ، الثمرتات ، الرخويات ، وبعض الحلقيات .

التسمية

١٤ - ٦ الأسماء الشائعة .

لكل قطر أسماءه الشائعة للحيوانات المعروفة جيداً . لذلك فالعصفور الشائع فى أوروبا ، والذى إنتشر الآن فى الولايات المتحدة ، يعرف فى أقطار مختلفة بالأسماء الآتية :

الولايات المتحدة : العصفور الإنجليزي

إنجلترا : العصفور المنزل

ألمانيا : العصفور المنزل

الدانمرك والنرويج : عصفور الحشائش

فرنسا : العصفور المستأنس

إيطاليا : العصفور الجبيل

أسبانيا : جوربون

هولندا : موش.

قد يحدث أحيانا أن يكون لنوع واحد من الحيوانات أكثر من أسم محلى فى نفس القطر ، فمثلا ، فى الولايات المتحدة يعرف البط الحضارى بأسماء أخرى عديدة منها أخضر الرأس ، البط الإنجليزى ، البط البرى . وهناك أسماء أخرى تطلق أيضا على ذكر البط (علجوم) ، والأنثى (البط ، الدجاجة الحضارى) ، والبط الصغير (فرخ البط) . ومن المعتقد أن هذا التضارب فى التسمية قد يعزى إلى تباهى جنسيات الشعوب حتى فى القطر الواحد .

١٤ - ٧ الأسماء العلمية

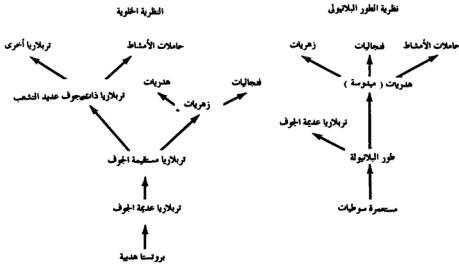
استعمل الرواد الأوائل فى التاريخ الطبيعى وعلم الحيوان أسماء لا تينية مركبة طويلة - طائر السمن الساخر سى توردوس ماينور سيناريو - البوس نون ما كيولا توموس (دج صغير أبيض - رمادى غير ميق) فى عام ١٧٣١ . وعندما بدأ لينوس فى تسمية ووصف جميع الحيوانات (النباتات والمعادن) المعروفة فى ذلك الوقت فى مؤلفة المشهور « النظام الطبيعى » استعمل أولا الأسماء اللاتينية المركبة ، ولكنه اختصر هذه الأسماء فيما بعد ، وفى الطبعة العاشرة لمؤلفة (١٧٥٨) طبق لأول مرة نظام التسمية المزدوجة ، وذلك بإستعمال إسمين فقط لكل حيوان ، إسم الجنس وإسم النوع . وهذه الأسماء لاتينية أو من أصل لاتينى . الطائر الساخر الأمريكى سى ميموس بولي جلوتوموس ؛ المصفور الإنجليزى ، باسر دومستيكوس ؛ البط الحضارى ، أناس بلا تيرينكوس . وفى حالة وجود تحت نوع يستعمل إسم ثلاثى ؛ باسر دومستيكوس دومستيكوس تحت النوع الذى يقطن غرب أوروبا ، باسر دومستيكوس نيوتيكوس للسلالة المختلفة قليلا فى وادى النيل . ومن المتعارف علية بين علماء التصنيف فى الوقت الحاضر أن يكتب الإسم العلمى لأى نوع من الحيوانات متبوعا بأسم العالم الذى قام بوصفه لأول مرة إعترافا بفضله ، وقد يكتب إسم العالم مختصرا ، كمثال ، باسر دو مستيكوس لينوس . وقد اتبع معظم البيولوجيين النظام العالمى للتسمية فى عالم الحيوان حتى تصبح هناك مبادئ موحدة لإختيار الأسماء العلمية وإستعمالها .

١٤ - ٨ أصل الميثازوا وتطورها

ناقش علماء الحيوان لسنين طويلة موضوع أصل الشعب الحيوانية (أو الميثازوية) . وقد إقترحت نظريات مختلفة حول هذا الموضوع ، ولكن اتفق العلماء على شىء واحد على الأقل وهو أن الحيوانات قد نشأت من البروتستات . ويمكن الآن تناول نظريتين رئيسيتين . النظرية الأولى تقول إن الحيوانات قد نشأت كمتعمرات من سوطيات بروتستية بدائية ، ومن هذه المستعمرات نشأت الميثازوا نتيجة لحدوث تنوع فى الخلايا بدءا بالخلايا التناسلية ، وقد أدى ذلك إلى ظهور الأنسجة . وتبعاً لهذه النظرية فإن أول مجموعة نشأت من مستعمرات السوطيات كانت اللاسعات . وقد لاقت هذه النظرية قبولا ، نظرا للشابة بين خلايا السوطيات وحيدة النواه وخلايا الجسم الميثازوى التى تحمل أسواطاً ، وأيضاً للشابة بين يرقة البلائولة لللاسعات ومستعمرة السوطيات .

النظرية الثانية تبين أن الميتازوا قد نشأت من هديات بروتستية . وقد بُنيت هذه النظرية أساساً على الحقيقة الواقعة أن خلية الحيوان الأولى تقوم بجميع الوظائف الحيوية ، وهي بذلك تقف على قدم المساواة مع أى حيوان عديد الخلايا . وتفسر هذه النظرية نشأة الميتازوا كالآتي : يوجد بالكائن الأولي الهدبي أكثر من نواة ، تبدأ كل نواة في السيطرة على جزء معين من السيتوبلازم ، ثم يحاط كل جزء بغشاء ، وبذلك تتكون أكثر من خلية ، وقد أدى ذلك إلى ظهور الحيوان عديد الخلايا . وتبعاً لهذه النظرية ، فإن أول مجموعة من الحيوانات الميتازوية كانت هي ديدان التيريلاريا المفلطحة (شكل ١٤ - ٤) .

بالإضافة إلى النظريتين الرئيسيتين السابق ذكرهما ، هناك نظريات أخرى عديدة ، ومن المتوقع أن تظهر نظريات أخرى مستقبلاً نتيجة للتقدم العلمى . ولعلنا نلاحظ أن كل ما جاء من نظريات هي مجرد آراء وإفراضات لتفسير نشأة الحياة ، وكثير من العلماء يختلفون فيما بينهم في مدى تقبلهم لهذه النظريات . ولن يكون بالوسع إطلاقاً إثبات أى من هذه النظريات ، لأنه إلى الآن ، أو ربما مستقبلاً ، لا يوجد دليل حفرى لإثبات كيفية نشوء الميتازوا التي يعتقد أنها ظهرت منذ بليون سنة تقريباً . والسبيل الوحيد للعلماء لإثبات هذه النظريات في الوقت الحاضر هو محاولة تفسيرها بالظواهر القائمة أو بأدلة غير مباشرة ، كما يتضح مما سبق ذكره . وهكذا لا يمكن إثبات أية نظرية بصفة مؤكدة من المحتمل أيضاً أن الميتازوا لم تنشأ من أصل واحد مشترك ، ولكنها قد تكون عديدة المنشأ ، يعنى ذلك أن كل مجموعة قد نشأت مستقلة عن المجموعات الأخرى ومن أسلاف متباينة . جدول ١٤ - ٣ يستعرض بعض الخصائص للشعب الحيوانية الرئيسية



شكل ١٤ - ٤ : بيان تخطيطي لنظريتين عن أصل شعب الميتازوا الدنيا

جدول ١٤ - ٣ : بعض المميزات للشعب الحيوانية الرئيسية

[illegible]

١٠٠٧

نبذة عن شعبة الأوليات وعالم الحيوان

التصنيف الآتي سيقدم موجزاً عن شعبة الأوليات وعالم الحيوان ، وسوف يستخدم كمرجع ؛ كما يمكن الإستعانة به في التعرف على العديد من العينات حتى الشعبة والطائفة . الأسماء المرادفة لبعض المجموعات موضوعة داخل أقواس . أسماء الشعب مكتوبة بحروف كبيرة ، وأسماء الطوائف بحروف كبيرة مائلة . المصطلحات الفنية الشائعة المستعملة هنا مشروحة في الكشاف التحليلي ، وأيضاً بعض المصطلحات الخاصة موجودة في الفصول المناسبة في الجزء الثاني . المجال الجيولوجي الزمني والأعداد الكلية التقريبية للأنواع (وتحت الأنواع) الحية مبنية أيضاً . المجموعات الحفرية مخوفة . في كل طائفة توضح أسماء بعض الأجناس المميزة بالحروف المائلة ، متبوعة بالأسماء الشائعة كلما أمكن ذلك .

عالم البروتستا

الكائنات وحيدة الخلية

شعبة ١ الأوليات . الفرد وحيد الخلية ، أو يوجد في مستعمرات من خلايا متشابهة ؛ لا توجد أنسجة ، الكائنات مجهرية عادة ؛ تعيش في المياه العذبة والملحة أو في التربة أو متطفلة على النباتات والحيوانات ؛ تتواجد من العصر قبل الكامبري إلى العصر الحديث ؛ ٣٠,٠٠٠ نوع (فصل ١٥) .

تحت شعبة أ . ساركوما سيتجوفورا . أقدام كاذبة أو أسواط كنتراكيب حركية ؛ الأنوية من نوع واحد فقط ؛ لا توجد أطوار جرثومية .

طائفة ١ ساركودينا (اللحميات) (جنريات الأقدام) لها أقدام كاذبة تستخدم في الحركة واقتناص الفريسة ، معظمها حرة المعيشة في المياه الملحة أو العذبة . الأميبا حرة المعيشة ؛ أنفاميبا متطفلة على الإنسان ؛ جلوبيجرينا ، من الفورامينيفرا ؛ أكتينوفريس ، من حويئات الشمس أو الهليوزوا ؛ كوللوسفيريا ، من الراديولاريا ؛ بادهاميا ، من المايستوزوا ؛ بايزيا . من البيروبلانميديا ، في القراد ، تسبب حمى الماشية التكسسية .

طائفة ٢ الأوليات (الهدبيات البدائية) : عضيات هدية الشكل عديدة مرتبة في صفوف مائلة ، لا يوجد قم خلوي ؛ جميعها متطفلة ، في أمعاء الضفادع والعلاجيم . أو بالينا .

طائفة ٣ . ماسيتجوفورا (السوطيات) . سوط أو أكثر للحركة ؛ حرة المعيشة أو متطفلة ؛ فولفوكس ، يوجلينا ، سيراتيوم ، تريانوسوما .

تحت شعبة ب : سيوروزوا (الجرثوميات) ، لا توجد أهداب أو أسواط ، الأنوية نوع واحد ؛ الأطوار الجرثومية بدون خيوط قطعية ؛ جميعها طفيليات داخلية على الحيوانات الأخرى . مونوسستس ، في الحريصلات المنوية لدودة الأرض ؛ أيجيريا تسبب مرض الكوكسيديا في الطيور والثدييات ؛ بلازموديوم في البعوض ، الطيور ، الثدييات ، والإنسان ، ويسبب مرض الملاريا ؛

ماركوسستس ، في العضلات وخاصة في الثدييات .
 تحت شعبة جـ . نيدوسبورا . لا توجد أهداب أو أسواط ، الأطوار الجرثومية لها خيط قطبي أو أكثر . معظمها تتطفل على الأسماك (ميكوسبورديا) أو على فقاريات من ذوات الدم البارد ولا فقاريات (ميكوسبورديا) ؛ ميكسيديوم يسبب فقداناً في الأسماك ؛ نوزوما بومييسيز وتسبب مرض البرين في دودة القر .
 تحت شعبة د . حاملات الأهداب (الهدبيات) . توجد الأهداب في بعض الأطوار أو جميعها ؛ الأنوية نوعان ؛ معظمها يعيش في المياه العذبة أو المالحة . باراميسيوم ، شبيه بالخف ؛ مستور شبيه بالبق ؛ فورتيلا ، صولجانية الشكل ولها ساق ؛ ديلودنيوم في معدة الماشية ، الخ .

عالم الحيوان

الكائنات عديدة الخلايا أو النسيجية

الجسم مكون من خلايا عديدة ، عادة ، مرتبة في طبقات أو أنسجة .

فرع ١ الميزوزوا

الخلايا الهضمية قليلة ، خارجية ، مهدبة

شعبة ٢ الميزوزوا

دودية الشكل ؛ صغيرة ، التمثال جانبي ؛ الجسم نحيف ؛ توجد طبقة خارجية من خلايا هضمية مهدبة تحيط بخلايا تناسلية داخلية . تعيش متطفلة في الرأسقدميات ولافقاريات أخرى ؛ ٤٣ نوعاً تقريباً . دايسيمما

فرع ٢ البارازوا

الجسم منقب ، لا توجد أنسجة حقيقية ، توجد غرف داخلية وقنوات مائية .
 شعبة ٣ الإسفنجيات الإسفنج . الشكل صولجاني ، مفلطح ، كروي ، أو متفرع ؛ التمثال شعاعي أو لا يوجد ؛ الألوان متعددة ؛ سطح الجسم به ثقب عديدة متصلة بقنوات وغرف مبطنة بخلايا مطوقة



شكل ١٤ - ٥ : شعبة الأوليات . أمثلة من الشعب الخمس

سوطية ، توجد فتحة كبيرة أو أكثر تعمل كمخرج (فوهات) ؛ الهيكل داخلي ، مكون من شوبيكات دقيقة أو مجهرية ، أو من ألياف غير منتظمة ، أو لا يوجد ؛ هذه الحيوانات مثبتة وبحرية ، وهناك فصيلة واحدة تعيش في الماء العذب . من العصر قبل الكامبري إلى العصر الحديث ؛ ٥,٠٠٠ نوع تقريباً . (فصل ١٦) .

طائفة ١ . الجربريات . إسفنجيات جيرية الأشواك جيرية (كا ك أ م) ، أحادية ، ثلاثية ، أو رباعية الأشعة ؛ سطح الجسم شوكي ، الفوهة محاطة بأشواك غالباً ، اللون قاتم ، الطول غالباً أقل من ٦ بوصات (١٥ سم) . ليوكوسولينا ، سكيفا

طائفة ٢ . سداسيات الأشواك . إسفنج زجاجي . الشكل غالباً أسطواني أو قمعي ؛ الأشواك سيليكية ، سداسية الأشعة ، ذات ترتيب محدد ، منفصلة أو ملتحمة ، تشبه أحياناً الزجاج المجذول ؛ الطبقة السطحية من مدج خلوي رقيق ؛ الخلايا المطوقة توجد فقط في غرف أصبعية الشكل ؛ بحرية ، على أعماق من ٣٠ قدم إلى ٣ أميال (٩١ متراً إلى ٤,٨ كيلو متراً) . يوبلكتلا ، سلة زهور فينوس .

طائفة ٣ . الإسفنجيات الشائعة . الهيكل من أشواك سيليكية ، من إسفنجين ، أو من كليهما ، أو لا يوجد هيكل ؛ الأشواك لا تكون سداسية أبداً ؛ القنوات معقدة . هاليساركا ، عديمة الهيكل ؛ كليونا ، تنقب في الأصداغ ؛ سبونجيللا ، جيلاتينية ، في الماء العذب ؛ يوسبونجيا (سبونجيا) ، إسفنج الحمام .

طائفة ٤ . الإسفنجيات المرجانية . الهيكل كبير جيري (كا ك أ م) صلب ؛ النسيج الحى عبارة عن قشرة رقيقة على السطح . توجد على الشعاب المرجانية . سيراثيريلا .

فرع ٣ . الميتازوا الأصيلة (الإنتروزوا) الجسم غير مثقب ، توجد أنسجة حقيقية قسم أ . الشعاعيات

التمائل شعاعى أو شعاعى جانبي ، لا توجد أعضاء

شعبة ٤ . اللاسعات (الجوفعويات) . التماثل شعاعى أو شعاعى متحور ، الفرد إما بوليب أسطواني مثبت ، وغالباً يكون مستعمرات ، أو ميلوسة شبيهة بالجرس حرة السباحة بها ميزوجليا هلامية كبيرة ؛ توجد محافظ لأسعة (حويصلات خطية) ؛ التجويف الهضمي كيسي الشكل ، أحياناً متفرع ؛ لواص رخوة حول القدم أو على حافة الجرس ؛ الجهاز العصبي منتشر ؛ البعض به بقع عينية ، لا يوجد شرج ، أو رأس ، أو أجهزة عضوية أخرى ، التكاثر عادة لا جنسي في البوليبيات و جنسي في



الإسفنجيات



المذريات



الصفاليات



الزهرات



حاملات الأمشاط

شكل ١٤ - ٦ : شعب الإسفنجيات واللاسعات (ثلاث طوائف) وحاملات الأمشاط

الميلدوسات ؛ ثنائية المسكن أو أحادية المسكن ؛ لا توجد قنوات جنسية ؛ جميعها مائية ، معظمها بحرية ، مثبتة أو طافية . من العصر الكامبري الأدنى إلى العصر الحديث . ١٠,٠٠٠ نوع . (فصل ١٦) .

طائفة ١ . الهلديات . بوليبيات (وبعض الميلدوسات) . يفتح الفم في تخويف هضمي بدون حواجز ؛ مستعمرات عادة ، أنفرادية أحيانا ؛ تتبرعم عادة مكونة ميلدوسات حرة لها نقاب ، .
الهيدرا ، تعيش في المياه العذبة ، إنفرادية ، لا توجد ميلدوسة ؛ **تيوبولابيا** ، أو **بليا** ، الغل ، جميعها جالسة ، تكون مستعمرات ؛ **ميلليورا** ، مرجان لاسع ، له حويصلات خيطية ذات فعالية كبيرة ؛ **جونونيوموس** ، ميلدوسة كبيرة الحجم ؛ **كراسيلاكوستا** ، حيوان هلامي يعيش في الماء العذب ، قطره ٢٠ مم ؛ **فيزاليا** تعرف برجل الحرب البرتغالي ، مستعمرة معقدة طافية .

طائفة ٢ . الفنجاليات . حيوانات هلامية ، غالبا ميلدوسات حرة الطفوتشبة الجرس أو المظلة ، لها تماثل رباعي مميز وميزوجليا كبيرة الحجم ؛ لواوس فمية حول الفم ؛ معدة وسطية لها جيوب وقنوات متفرعة ؛ أعضاء حس على حافة الميلدوسة ؛ ثنائية المسكن ، المناسل في التجويف الفمي ؛ الجبل البوليبي مختزل أو لا يوجد ؛ جميعها بحرية ؛ **الأوريليا** ، الحيوان الهلامي الشائع في الشواطئ ؛ **سيانيا** ، يصل قطرها إلى ٢,١ مم ، في المياه القطبية الشمالية وجنوبا .

طائفة ٣ . الزهريات . شقائق النعمان ، المرجان ، الغل ؛ جميعها بوليبيات مثبتة (لا يوجد طور ميلدوسي) ؛ قرص فمي مفلطح بلوامس مجوفة حول الفم ، يؤدي الفم إلى بلعوم ؛ التجويف الهضمي مقسم بمحاور عمودية تحمل حويصلات خيطية ومناسل ؛ جميعها بحرية ، تعيش انفرادية أو في مستعمرات . **تيوبيورا** المرجان الأغواني ؛ **ألسيونوم** ، المرجان الرخو ؛ **جورجوني** ، مروحة البحر ؛ **بناتولا** قلم البحر يشبه الريشة ؛ **متيديوم** ، من شقائق النعمان ؛ **إيزوانتوس** ، من شقائق النعمان ويعيش على السرطان الناسك ؛ **أكروبيورا** ، **مياندرا** ، الغل ، مرجانيات تبني الشعاب المرجانية في البحار الإستوائية

شعبة ٥ : حاملات الأمشاط . حيوانات هلامية مشطية ، التماثل شعاعي جانبي ؛ شكل الجسم متباين ؛ الميزوجليا كبيرة الحجم ؛ بها عادة ثمانية صفوف من صفائح مشطية خارجية تستخدم في الحركة ؛ للجهاز الهضمي فم ، « بلعوم » ، « معدة » وقنوات متفرعة ؛ توجد ثقبو شرجية ؛ لا توجد حويصلات خيطية ، لكن ذوات اللوامس لها خلايا لزجة تعرف بالخلايا اللاصقة ؛ الجهاز العصبي منتشر ؛ عضو حسي بعيد عن الفم ، أحادية المسكن ، تتكون الخلايا التناسلية على جوانب القنوات الهضمية ، توجد يرقة السيدبيد ، لا يوجد طور لا جنسي ؛ جميعها بحرية ، انفرادية ؛ ٨٠ نوعاً .
بليوروباكيا تشبه ثمرة الجوز ، قطرها ١٨ مم ؛ **مستوم** ، حزام فينوس ، تشبه الشريط ، يصل طولها إلى متر ؛ **تينولانا** ، مفلطحة ، زاحفة ؛ **بيروى** تشبه الكستبان ، يصل طولها إلى ٢٠ سم ، عديدة اللوامس (فصل ١٨) .

قسم ب ذوات التماثل الجانبي

التماثل جانبي (تماثل شعاعي ثانوي في الجلد شوكيات) ، توجد أجهزة عضوية ، غالبا بها تجلوييف بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية ؛ القناة الهضمية كاملة عادة ، لها فتحة شرج ؛

الميزودرم موجود .

تحت قسم ١ أوليات الفم

تفلق محدد لولبي ، الفم ينشأ من فتحة الجاسترولة .

قطاع أ : الالاسيلوميات

لا يوجد تنويف جسم ، تمثليء تجاويف الجسم بالبرانشيما .

شعبة ٦ . المفلطحات . ديدان مفلطحة ؛ التمثال جانبي ؛ الجسم رخوى رقيق عادة ، يشبه الورقة أو الشريط ؛ القناة الهضمية غير كاملة (لا يوجد شرج) ، بسيطة ، متفرعة ، أو لا توجد ؛ العضلات جيدة التكوين ؛ التجاويف بين الأعضاء الداخلية مملوءة بميزنكيمات سائبة (برانشيما) ؛ الجهاز الإخراجي به نفريديات بلالية تتركب من خلايا هلبية وقنوات ؛ الجهاز العصبي يتركب غالبا من عقد أمامية أو حلقة وحلين عصبيين طوليين بوصلات عرضية ؛ المفلطحات أحادية المسكن عادة ، الجهاز التناسلي لكل شق جنسي يتكون من مناسل وقنوات وأعضاء إضافية ، الإخصاب داخل ، البيض مجهرى له قشرة ويحتوى على خلايا محبة ، التكوين الجنيني قد يكون مباشرا أو من خلال طور يرقي أو أكثر ؛ المفلطحات بعضها حر المعيشة ، البعض الآخر تكافلي أو متطفل ؛ هناك ما يزيد عن ١٠,٠٠٠ نوع من المفلطحات (قفص ١٧) .

طائفة ١ التريلاريا . ديدان مفلطحة حرة المعيشة ؛ البشرة مهدبة تحتوى على عصي وعدد من الغدد المخاطية ؛ غالبا ذات ألوان ، البعض له ألوان زاهية ؛ الفم بطني ، لا توجد مصصات ؛ التكوين مباشر أو من خلال طور يرقي ؛ البعض يتكاثر لا جنسيا . **أنايروس** ، بحرية ؛ **ميكروسوسوم** ؛ **يوبلاتاريا** ، **ديوجيزيا** (ذات ألوان) ، **دندروسيلوم** (بيضاء ناصعة) ، في المياه العذبة ؛ **باياليوم** تعيش على اليابسة في المناطق الرطبة ؛ **ليبتيلانا** ، بحرية .

طائفة ٢ . الترماتودا ديدان مفلطحة ؛ الجسم مغطى بجلد سميك ، عديدة اللون عادة ؛ الفم أمامي عادة ، القناة الهضمية لها شعبتان رئيسيتان ؛ المصصات حول الفم أو على السطح البطني ؛ أحادية المسكن غالبا ؛ جميعها متطفلة . **سفيرانورا** ، **بوليستوما** ، متطفلة على خياشيم الأسماك والبرمائيات ؛ **فاشيولا** ، **كلو نوركس** ديدان كبدية ؛ **شستوسوما** ، دودة الدم ، جميعها طفيليات داخلية ولها أطوار يرقية في عوائل متوسطة .

طائفة ٣ . السنسودا . ديدان شريطية ؛ الجسم مغطى بجلد سميك ؛ عديدة اللون ؛ ليس لها قناة هضمية أو أعضاء حس في الطور البالغ ؛ منطقة الرأس بها مصصات (وخطاطيف غالبا) للاتصاق بالعاثل ؛ منطقة الجسم مقسمة إلى عدد محدود أو كبير من العقل الكاذبة (أسلات) ، كل أسلة متكاملة جنسيا (بها أعضاء تناسلية ذكرية وأنثوية) ؛ السنسودا جميعها متطفلة ، لها عادة عوائل متبادلة ، الأطوار البالغة في أمعاء الفقاريات . **ديفيللو بوفريوم** ، دودة السمك الشريطية ، تصيب الإنسان ؛ **ليجيولا** ، يرقاتها تعيش في أسماك المياه العذبة ، الأطوار البالغة في الطيور آكلة الأسماك ؛ **هيمينوليس** ، **ديليديوم** ، **تينيا** ، **مونيزيا** ، **إكينوكوكس** ، متطفلة على الإنسان والفقاريات العليا .

شعبة ٧ . الثمر تينيا . ديدان شريطية ؛ الجسم رقيق ، رخو ، له قدرة كبيرة على التقبض ، مهدب ، غير معقل ؛ غالبا ذات ألوان زاهية ؛ تتميز بمخروط طويل قابل للإرتداد في غمد خاص منفصل عن القناة الهضمية ، الفم أمامي ، القناة الهضمية كاملة ومستقيمة ولها فتحة شرج ؛ تجلويف الجسم ممتلئة بميزنكيما (برانشيما) ؛ السيلوم غائب ؛ توجد ثلاثة أوعية دموية طولية ، وقناتان إخراجيتان جانبيتان بخلايا لمية ؛ الجهاز العصبي مكون من عقد أمامية وجذعين عصبيين طوليين عادة ؛ الجنسان منفصلان ، المناسل عديدة ، التكوين مباشر أو من خلال طور يرقى ، التكاثر اللاجنسي بالتجزؤ . الثمرتينيات حرة المعيشة ، معظمها بحرية ، أنواع قليلة تعيش في المياه العذبة أو على اليابسة ؛ ٥٥٠ نوعاً ؛ **لينيوس ، سيريرايتولاس ، جيونيمرتس ، بروستوما (فصل ١٨) .**

شعبة ٨ . الجناثوستوميوليدا . الجسم أسطوانى ، شبه شفاف ، الطول لا يتعدى المليمتر . الجسم مغطى بأهداب ، وغير معقل ؛ الفم بطنى مزود بفكوك معقدة تحمل أسناناً ، لا يوجد شرج ، أو جهاز إخراجى أو سيلوم ؛ الجهاز العصبي له عضو حسي أمامي ؛ جميعها خنثى ؛ حيوانات بحرية تعيش معيشة لاهوائية في الطين والرمل . **جناثوميولا .**

قطاع ب . السيلوميات الكاذبة

التجلويف بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية ليست سيلوماً حقيقياً ، يوجد شرج .
شعبة ٩ . الإنتوبروكتا . حيوانات دقيقة ، تعيش انفرادية أو في مستعمرات ، لكل فرد ساق وكأس يحمل دائرة من لوامس مهدبة عديدة ، القناة الهضمية لها شكل U ، كلا الفم والشرج داخل دائرة اللوامس ، تجلويف الجسم سيلومى كاذب مملوء بالبرانشيما ؛ أحادية المسكن أو ثنائية المسكن ؛ توجد ملتصقة بالصخور أو بحيوانات أخرى في المياه الملحة أو العذبة ؛ حوالى ٦٠ نوعاً . **بديسلانيا ، أو ماتيللا .**

شعبة ١٠ . الدوارات (الروتيفرا) . حيوانات عجيبة ، الجسم مركب من جذع و « ذيل » مدبب ، مغطى بجليد . الطرف الأمامي به قرص يحمل أهداباً عند الحافة ، عندما تتحرك الأهداب يبدو كأنه عجلة دوارة ؛ البلعوم مزود بفكوك ؛ الذيل مفصل غالباً ، له « أقدام » بها غدد لاصقة تساعد الحيوان على الإلتصاق بالأجسام ؛ الذكور مجهرية ، أو لا توجد . التكاثر جنسى ، يوجد أيضاً تكاثر بكرى ؛ معظمها حرة المعيشة ، إنفرادية ، تكثر في المياه العذبة ؛ ١٧٠٠ نوع . **هيلداتينا ، إنفرادية ؛ كوللوثيكا ،** تعيش في أنابيب (فصل ١٨) .
شعبة ١١ . البطنديديات (جاستروتريكا) . حيوانات مجهرية ، طولها يصل إلى ٠,٥٤ مم ؛ الفم



شكل ١٤ - ٧ : شعبة الديدان المفلطحة (ثلاث شعب) ، والثر تينيا والحبيطات

أمامى محاط بأشواك شعرية ، سطح الجسم مغطى بقشور وأشواك شعرية وأنابيب لاصقة ، السطح البطني مسطح يحمل صفين طويلين من الأهداب يستعملان في الحركة ؛ حيوانات انفرادية تعيش في المياه العذبة والملحة ؛ ٢٠٠ نوع ؛ كيتونوتس .

شعبة ١٢ : الكيتوديرا (إكتوديرا) . لا يتعدى طولها مليمترًا واحدًا . الجسم أسطواني ، الرأس يحمل حلقتين من الأشواك ؛ الفم له خرطوم شوكي قابل للإرتداد ؛ الجسم مكون من ١١ (أو ١٢) حلقة مغطاة بجليد وتحمل أشواكاً ؛ القناة الهضمية كاملة ؛ الجنسان منفصلان ؛ حيوانات بحرية ؛ ٣٠ نوعاً . إكتوديرا .

شعبة ١٣ . الريبولويديا . حيوانات يصل طولها إلى ٨ سم ؛ الجسم منبary الشكل ، الطرف الأمامى به جزء متفخ مقlob للداخل يحمل صفوفًا طويلة من الأشواك ؛ الجسم ضيق بخطوط عرضية (غير معقل) ؛ القناة الهضمية مستقيمة ، الشرج في الطرف الخلفي يحيط به أطراف ذيلية ؛ السيلوم الكاذب كبير الحجم ؛ الحيوانات البالغة لا يوجد بها جهاز دموى أو أعضاء حس ؛ الجهاز الإخراجى مكون من نفريديات بدائية ؛ الجنسان منفصلان ؛ حيوانات بحرية ، ثمانية أنواع فقط . بريبولوس (فصل ١٨) .

شعبة ١٤ . الحيطيات . ديدان أسطوانية ، الجسم مستدير في المقطع العرضى ؛ وهو نحيف طويل مدبب الطرفين مغطى بجليد صلب ؛ لا يوجد تعقيل ؛ القناة الهضمية كاملة ومستقيمة ؛ توجد عضلات طويلة فقط تقوم بحركات انثنائية ؛ الأعضاء الإخراجية بسيطة ، اثنان ، واحد ، أو لا توجد ؛ تجلويف الجسم (سيلوم كاذب) غير مبطنة ؛ الجهاز العصبي مكون من حلقة عصبية أمامية وستة حبال عصبية طويلة ؛ الجنسان منفصلان ، الذكر أصغر حجماً من الأنثى ، المناسل متصلة بفتوات تناسلية ، التلقيح داخلى ، التكوين مباشر ، لا يوجد تكاثر لا جنسى ؛ بعض الحيطيات حرة المعيشة في التربة أو الماء ، البعض الآخر متطفل ؛ أكثر من ١٢,٠٠٠ نوع . أنجيولولا ، تعيش في الخل ؛ هيتروديرا ، توجد في جذور النباتات ؛ أسكارس ، أو كسيورس ، سترونجولوس ، فيلاريا وجميعها متطفلة على الطيور والثدييات ؛ أنكلوستوما ، نيكاتور ، من الديدان الخطافية ؛ تريكيلا ، دودة التريخينا (فصل ١٧) .

شعبة ١٥ . الماتوفورا (جوردياسيا) ديدان شعر الخيل ؛ الجسم خيطى الشكل غير مدبب ؛ الطرف الأمامى مفلطح قليلاً ؛ الجليد غير شفاف خشن ، العضلات طويلة فقط ؛ القناة الهضمية كاملة في الأطوار الصغيرة ؛ تجلويف الجسم قد يكون سيلوماً كاذباً كاملاً أو ممثلاً بجزئيكما . الجهاز العصبي مكون من حلقة عصبية حول المريء وحبل عصبي بطنى واحد ؛ الجنسان منفصلان ،



شكل ١٤ - ٨ : شعب متنوعة

يوجد منسلان وقناتهما ؛ الأطوار اليرقية تنطفل على الحشرات ؛ الأطوار البالغة تعيش حرة في الماء ؛ حوالي ١٥ نوعاً في أمريكا الشمالية . جورديوس (فصل ١٨) .

شعبة ٩٦ (الرأس شوكلات) .

ديدان شوكية الرأس . الجسم طويل مفلطح خشن أثناء الحياة ، واسطواني أملس عند الحفظ ؛ الجليد رقيق ؛ الطرف الأمامي يحمل خرطوماً غير مدبب ، قابلاً للارتداد ، مزوداً بصفوف من الخطاطيف ، المعقوفة ؛ لا توجد قناة هضمية ؛ الجنسان منفصلان ؛ جميعها متطفلة ، اليرقات في مفصليات القدم ، والأطوار البالغة في الفقاريات ؛ ٣٠٠ نوع .

إكينوريكوس (فصل ١٨) .

قطاع جـ السيلوميات الأصيلة

لها سيلوم حقيقي ، مبطن عادة بطبقة من الخلايا .

شعبة ١٧ البرايوزوا (إكوبروكتا) . حيوانات حزازية ؛ تكون مستعمرات متفرعة شبيهة بالنباتات ، أو تمتد على شكل طبقة تغلف الصخر أو الأصدف ، أو تكون على شكل كتل جيلاتينية ؛ الأفراد عديدة ودقيقة ، لكل منها مسكن منفصل ؛ يوجد حول القم لوفوفور يحمل لوامس مهدبة (قابل للارتداد عادة) ؛ القناة الهضمية كاملة لها شكل U ؛ السيلوم جيد التكوين مبطن بالبريتون ؛ عقد عصبية بين القم والشرح ؛ حيوانات أحادية المسكن ، تنشأ المناسل من البريتون ، البيض يتكون داخل جيب حضانة بريوتي ؛ يوجد طور يرقي يعرف بالتروكوفور ؛ المستعمرات تتكون بالترعم اللاجنسي ؛ معظم هذه الحيوانات بحرية ، جالسة ؛ من العصر الأوردوفيس إلى العصر الحديث ؛ ٤٠٠ نوع ؛ ميمبرانيورا ، ألسونيديوم ، يوجولا ، جميعها بحرية ؛ بلوماتيلا ، كروستاتلا في الماء العذب (فصل ١٨) .

شعبة ١٨ : الفورونيدا . الجسم دودي الشكل اسطواني ، غير معقل ؛ الطرف الأمامي مزود بفصين لولبيين (لوفوفور) يحملان لوامس مهدبة ؛ القناة الهضمية لها شكل U ؛ السيلوم مبطن ومكون من ست غرف ؛ توجد أوعية دموية متقبضة ، ونفريدتان ، وحلقة عصبية أسفل اللوامس ؛



الويللا كوفورا
(عديدات الأوتاج)

السكافوبودا

دوات المصراعين

الجماسروبودا
(البطفلميات)

السفالوبودا
(الراسفلميات)

شكل ١٤ - ٩ : شعبة الرخويات . خمس طوائف

هذه الحيوانات آحادية المسكن ، بحرية ، لها يرقة حرة السباحة ، الحيوان البالغ يعيش داخل أنبوبة غشائية يفرزها بنفسه في الطين أو الرمل ؛ ١٥ نوعاً . فورونيس .

شعبة ١٩ . البراكويودا . الأصداف المرسجة ؛ لها صدفة جيرية خارجية مكونة من مصراعين غير متشابهين ، ظهري وبطني مبطنين بيرنس رقيق ؛ يوجد ساق لحمي يساعد في الالتصاق بالصخور ؛ القم يسبقه فسان لحميان لولبيان (لوفوفور) ، يدعمهما أنشودة صدفية ؛ القناة الهضمية بشرج أو بدون ؛ السيلوم جيد التكوين ، مبطن ؛ القلب صغير ؛ التفريجات زوج أو زوجان ؛ الجنسان منفصلان ، المناسل زوجية ، اليرقة مهدبة ، لا يوجد تكاثر لا جنسي ؛ جميعها بحرية ؛ من العصر الكامبري إلى العصر الحديث ؛ حوالي ٢٦٠ نوعاً حياً ، وأنواع حفرية عديدة . لنجيو لا ، تريباتيولينا ، ماجيلاتيا (فصل ١٨) .

شعبة ٢٠ . الرخويات . التمثال جانبي (البعض له صدفة وأحشاء ملتفة) ؛ التعقيل نادر ؛ الجسم رخو مغطي بيرنس رقيق يفرز عادة صدفة مكونة من ١ ، ٢ ، أو ٨ أجزاء ؛ يوجد عادة رأس أمامية وقدم بطنى يستعمل في الحركة ؛ القناة الهضمية كاملة ؛ قلب ظهري وأوعية دموية ؛ التنفس بالخياشيم عادة ، السيلوم مختزل ، التفريجات ١ ، ٢ ، ٤ ، أو أكثر ؛ الجهاز العصبي الهودجي مكون من ثلاثة أزواج من العقد ، ووصلات ، وأعصاب ؛ العديد من الرخويات لها أعضاء حس (الشم والإبصار) ؛ الجنسان منفصلان عادة ، منسل واحد أو منسلان ، الرخويات تضع بيضاً عادة ، التكوين مباشر أو يمر بطور يرق ؛ معظمهما يعيش في المياه المالحة والعذبة ، بعض القواقع تعيش على اليابسة ؛ من العصر الأوردوفيس إلى العصر الحديث ؛ ٤٠,٠٠٠ نوع حفرى ، ٨٠,٠٠٠ نوع حي (فصل ١٩) .

طائفة ١ . أحادييات الألواح (مونوبلاكوفورا) . الجسم بيضاوى وكذلك القدم ؛ الصدفة أحادية ؛ الخياشيم ٥ أو ٦ أزواج ؛ التفريجات ٦ أزواج ؛ المناسل زوجان ؛ القلب مكون من بطنين وأربعة أذنين ؛ حيوانات بحرية ؛ من العصر الكامبري الأدنى إلى العصر الديفوني ؛ ٧ أنواع حديثة . نيوبيلينا .

طائفة ٢ . عديدات الألواح (بوليلاكوفورا) . الكايتون ؛ الجسم طويل شبه بيضاوى غالباً ؛ الصدفة مكونة من ٨ ألواح ؛ الرأس مختزلة ؛ القدم كبيرة ومفلطحة ؛ اللوامس غير موجودة ، الخياشيم ٥ - ٨٠ زوجاً وتقع في ميزاب بين القدم والحزام اللحمي ؛ الجنسان منفصلان ، منسل واحد فقط ؛ حيوانات بحرية . كيتون ، كريتيوكيتون ، تعيش على الصخور في شواطئ المحيطات .

طائفة ٣ . عديمة الألواح (أبلاكوفورا) . أنبوبيات المعلقة ؛ الجسم دودي الشكل ؛ لا توجد صدفة ؛ البرنس له شويكات ؛ القدم مختزلة أو غير موجودة . كيتودوما ، نيومينا

طائفة ٤ . مجدافيات القدم (سكاوفودا) . الأصداف السنية أو الأصداف النابية . الصدفة رفيعة

وأنبوية ، وكذلك اليرنس ، مدينة تقريبا ، مقوسة ، ومفتوحة الطرفين ؛ القدم قمعية ؛ « لوايس » رقيقة حول القم ؛ الحياشيم غير موجودة ؛ الجنسان منفصلان ، منسل واحد فقط ؛ حيوانات بحرية - تحفر في الرمل أو الطين في المياه الضحلة ولأعماق تصل إلى ٤٥٠٠ متر . دقات يوم ..

طائفة ٥ . البطنقدميات (جاستروبودا) .

تضم القواقع ، الزاقات ، البطليونس ، والحلزونات البحرية ؛ رخويات حدث فيها التواء ؛ الكتلة الحشوية عديمة التماثل عادة ، وتوجد في صدفة لولبية الالتفاف ، يمينية أو يسارية الاتجاه (الصدفة قد تكون فمعية أو مختزلة أو لا توجد إطلاقا) ؛ الرأس مميز ويحمل زوجاً أو زوجين من اللوامس ، وزوجاً من الأعين إن وجدت ؛ القدم كبيرة ومفلطحة ؛ يوجد أذن أصلي أيسر ، الحياشيم والكليات غائبة عادة ؛ منسل واحد فقط له قنوات خاصة ؛ معظم البطنقدميات تضع بيضا ، الأطوار اليرقية التروكوفور ثم المرقعة ؛ البطنقدميات تعيش في البحار أو في المياه العذبة أو على اليابسة . من الأنواع البحرية . أكيميا ، باتيلا ، وهما من أنواع البطليونس ذو الصدفة القمعية المفلطحة ؛ هاليوتس ، يعرف بالأبالون وله صدفة شبيهة بالأذن ذات فتحة كبيرة ؛ سترومبوس ودع فلوريدا الضخم ، يصل طول الصدفة إلى ٢٥٠ مم ؛ يوروسالينكس ويعرف بتاقب المحار ؛ أيليزيا ويعرف بأرنب البحر ، يصل طوله إلى ٣٠٠ مم ، وله صدفة صغيرة ؛ كلليون ذو القدم الجناحية ، يعيش في عرض البحر ، حواف القدم ممتدة على شكل زعانف ؛ دوريس ، أوليس ، من عاريات الحياشيم أو الزاقات البحرية ، وهي عديمة الصدفة ؛ من أنواع المياه العذبة : فيفياروس ، 'فيميا ، فايزا ؛ من الأنواع الأرضية : بوليچيرا ، زونيتس ، هيليكس ، قواقع أرضية ، ليماكس ، أريولماكس ، من الزاقات لها صدفة صغيرة داخل اليرنس .

طائفة ٦ . ذوات المصراعين (بايفالغيا) . إسفينيات القدم . الصدفة ذات مصراعين جانبيين ، متماثلين عادة ، لها مفصل ظهري ورباط أيضا ؛ يقفل المصراعان بواسطة عضلات ؛ لا يوجد رأس أو فكوك أو سنن ؛ اليرنس مكون من فصين ، أيمن وأيسر ، وتكون حوافه مزراقين خلفيين يسمحان بمرور تيار من الماء داخل تجويف اليرنس ؛ القم مزود بملامس رخوة ؛ القدم تشبه الإسفين وتمتد بين حواف اليرنس وتستخدم في الحركة ؛ الحياشيم كبيرة وصفحية الشكل ؛ الجنسان منفصلان عادة ؛ الأطوار اليرقية ، التروكوفور ثم المرقعة ؛ معظمها بحرية ، البعض يعيش في المياه العذبة . أوستريا ، محار صالح للأكل ؛ ما يتيلوس ، محار بحري ، كلا النوعين ممتنان ؛ بكتين ، سكالوب ، بحري ، يسبح في الماء بصفق المصراعين مع بعضهما البعض ؛ لامبيليس ؛ يونيو ، من



شكل ١٤ - ١٥ : شعبة الحلقيات . ثلاث طوائف

عمر المياه العذبة ؛ ماكيترا (طول الصدفة يصل إلى ١٥٠ مم ؛ فيتوس إنسس ، ميا ، من المخار البحرى ؛ فولامس ، بحرى ، يحفر فى الطين أو الصخر ؛ تيريدو ، بحرية ، تعرف بلودة السفن لها جسم رفيع وصدفة صغيرة ، تحفر فى الخشب .

طائفة ٧ . الرأسقدميات (السفالوبودا) . تضم النوتيلوس ، الحبار ، والأخطبوط . الصدفة خارجية أو داخلية ، أو لا توجد ؛ الرأس كبيرة ؛ العين مميزة ومركبة ؛ الفم مزود بفكوك قرنية وسفن ، يحيط به ٨ أو ١٠ أذرع (أو لوامس عديدة) ؛ يوجد مزراق يتكون بالقدم ويستخدم فى الحركة ؛ العقد العصبية متجمعة فى الرأس على شكل « بخ » ؛ الجنسان منفصلان ، لا توجد أطوار يرقية ؛ جميعها بحرية . نوتيلوس ، يعرف بالنوتيلوس اللؤلؤى ، له صدفة ملتفة خارجية ؛ سيبيا ، الحبار ؛ لولييجو ، حبار أيضا ، له عشرة أذرع ؛ أوكويس ، الأخطبوط ، يعرف بشيطان البحر ، له ثمانية أذرع .

شعبة ٢١ . الحلقيات . ديدان حلقية . الجسم رخو ، طويل ، مكون عادة من عقل عديدة متشابهة ، تحمل أشواكاً دقيقة تستعمل فى الحركة ، الجلد رقيق ؛ عضلات دائرية وطولية جيدة التكوين ؛ القناة الهضمية كاملة ، أنبوبية عادة ؛ السيلوم كبير الحجم ومبطن بالريتون ؛ جهاز دورى دموى مقفل ؛ التفرييدات مرتبة فى أزواج ، الجهاز العصبى مكون من زوج من العقد الظهرية (المخ) يقع فى الطرف الأمامى ، حبل عصبى يطنى مصمت (مزدوج) يمتد بطول الجسم به عقدة عصبية وأزواج من الأعصاب فى كل عقلة ؛ توجد خلايا حسية وأعضاء للمس والتذوق والضوء ؛ بعض الحلقيات أحادية المسكن (ديدان الأرض والعقليات) ذات تكوين مباشر ؛ فى البيض الآخر يكون الجنسان منفصلين (عديدات الأشواك) ولها أطوار يرقية ؛ بعض الحلقيات تتكاثر لا جنسيا بالتبرعم ؛ تعيش الحلقيات فى المياه العذبة ، البحار ، على الأرض ، أو فى التربة ؛ أكثر من ٨٧٠٠ نوع من الحلقيات (فصل ٢٠) .

طائفة ١ . عديدات الأشواك (بوليكتا) . ديدان الرمل ، ديدان الأنابيب ، إلخ . التعقيل مميز داخليا وخارجيا ؛ العقل عديدة ، معظمها مزود بقصوص زوجية جانبية (قديمات) تحمل أشواكاً عديدة ؛ منطقة الرأس تحمل لوامس ؛ السرج غير موجود ؛ قاطنات الأنابيب لها عادة خياشيم أمامية ؛ الجنسان منفصلان عادة ؛ المناسل غير دائمة ، الإخصاب خارجى بصفة عامة ؛ لها طور يرق ؛ معظمها بحرية . نياثس ، دودة المخار ؛ بوليچوردويس ، كيچيتروس ، أرانيكولا ، سيروس ، سيريوالا . تعيش فى أنابيب تبنيها لنفسها .

طائفة ٢ . قليلات الأشواك (أوليجوكتا) . ديدان الأرض ، إلخ . التعقيل مميز خارجيا وداخليا ؛ لا يوجد رأس أو قديمات ؛ الأشواك قليلة فى كل عقلة ؛ أنواع قليلة لها خياشيم ؛ يفرز السرج شحنة للبيض ؛ حيوانات أحادية المسكن ، لا يوجد طور يرق ؛ معظمها تعيش فى الماء العذب والتربة . كيچاستر ، يعيش تكافليا على إسفنجة المياه العذبة والقواقع ؛ تيوفيكس ، يعيش فى أنابيب بالطين ؛ إنكيترايوس ، فى التربة وعلى شواطئ البحار ؛ إلفينيا ، فى أكوام السباح ؛

اللولوبوفورا ، لاميركس ، في التربة .

طائفة ٣ . العلقيات . ديدان علقية . الجسم ملون ومفلطح قليلا ؛ محص كبير في مؤخرة الجسم ، وغالبا محص أصغر في مقدمته ؛ لا توجد لوامس أو قديمات أو أشواك ؛ الجسم مقسم إلى ٣٤ عقلة غير واضحة ، التقسيم يظهر خارجيا ؛ السرج بسيط ؛ السيلوم مملوء بنسيج ضام وعضلات ؛ أحادية المسكن ، يحفظ البيض عادة في شرائق ، لا يوجد طور يرق ، تعيش العلقيات في المياه العذبة ، المالحة ، أو على الأرض . بلاكويديللا ، توجد على سلاحف المياه العذبة ؛ هيرودو ، العلق الطلي ؛ ماكرويديللا يصل طولها إلى ٣٠٠ مم وتعيش في المياه العذبة وتهاجم الإنسان والماشية والضفادع ، إلخ ؛ هيماديسا ، العلق الأرضي الاستوائي ويوجد في جنوب شرق آسيا .

شعبة ٢٢ . السيونكولا . ديدان الفول السوداء ؛ الجسم نحيف يشبه قرع العسل ؛ الجزء الأمامي (متغمد) رفيع ، يمكنه الارتداد داخل الجسم ، ويحمل لوامس مجوفة قصيرة حول الفم ، لا يوجد تعقيل أو أشواك ؛ القناة الهضمية رفيعة لولبية ، فتحة الشرج ظهريّة عند قاعدة الجزء الأمامي المتغمد ؛ السيلوم كبير غير مقسم ، مهذب ، يحتوي على كريات بها صبغ تنفسي ؛ عقد عصبية ظهريّة أمامية وحبل عصبي بطني ؛ الجنسان منفصلان ؛ حيوانات بحرية ؛ ٣٢٠ نوعاً . سينكيولس ، فاسكولوسوما .

شعبة ٢٣ . الأكويورا . الجسم يشبه السحج ؛ الطرف الأمامي مزود بمخروط مرن حوضي الشكل (غير قابل للارتداد) ، يؤدي إلى الفم ؛ الأمعاء لولبية ؛ الشرج يقع عند الطرف الخلفي ويتصل بمخبرين شرجيين ، الجهاز الهضمي مكون من أوعية ظهريّة وبطنيّة ؛ نفريّات في مقدمة الجسم من ١ إلى ٣ أزواج ؛ زوج من أشواك بطنيّة كبيرة أسفل الفم ؛ الحيوان البالغ غير معقل ؛ اليرقات بها ١٥ عقلة أثرية ؛ الجنسان منفصلان ؛ جميعها بحرية ؛ ١٥٠ نوعاً إكيورس ، يوريكس .

شعبة ٢٤ . التخليّيات (أو نيكوفورا) . الجسم طويل ؛ لا توجد رأس ، لكن الجزء الأمامي يحمل زوجاً من قرون استشعار قصيرة وحلمات فميّة ؛ الجسم اسطواني تقريباً وغير معقل ، يوجد ١٥ - ٤٣ زوجاً من أرجل لحميّة ، غير مفصليّة ؛ حيوانات أرضيّة . بيرياتس (فصل ١٨) .

شعبة ٢٥ . مفصليات القدم (أرثروپودا) . حيوانات ذات أقدام مفصليّة . يتركب الجسم نموذجياً من رأس وصدر وبطن ، كل منها مقسمة إلى عقل (قطع) متشابهة أو غير متشابهة ، منفصلة أو متلحمة بتتبع ؛ تحمل كل عقلة نموذجيّة زوجاً من الأطراف المفصليّة ؛ تغطّي جميع



القشرية

الحشرات

العنكبوت

الكبر بودا (فوات المائة وجمل)

فوات الألف وجمل

شكل ١٤ - ١١ : شعبة مفصليات القدم . أمثلة للطوائف وتحت الطوائف الرئيسية الخمس

مناطق الجسم بشكل خارجي كيتيتى ، ينسلخ على فترات ؛ القناة الهضمية كاملة ومستقيمة ؛ السيلوم مختزل ؛ تجاويف الجسم دموية ؛ القلب فى الجهة الظهرية ؛ الجهاز الدورى مفتوح (فجوى) ؛ التنفس بالخياشيم ، القصبات الهوائية ، أو الرئات الكنايية ؛ المخ ظهري ، الحبل العصبى بطنى ومزدوج ، له عقدة عصبية فى كل عقلة ، قد تتركز العقد فى الجزء الأمامى من الجسم ؛ الجنسان منفصلان عادة ، المناسل مزدوجة ، الإخصاب داخلى ؛ توجد أطوار بريقة ونحور ؛ تعيش مفصليات القدم فى البيئات المائية والأرضية ، وهى حرة المعيشة ، تكافلية ، أو متطفلة ؛ من العصر الكامبرى إلى العصر الحديث ؛ أكثر من ٩٠٠,٠٠٠ نوع (فصل ٢١) .

تحت شعبة أ : التريلوبيتا . الجسم مقسم إلى ثلاثة فصوص بواسطة أخدودين طوليين ؛ الرأس مميزة ؛ البطن مقسم إلى ٢ - ٢٩ عقلة وينتهى بصفيحة ذيلية مندمجة ؛ جميع العقل عدا الأخيرة تحمل أطرافاً ثنائية التفرع ؛ حيوانات بحرية ؛ من العصر الكامبرى إلى العصر البيرى . ترياوثوس (فصل ٢١) .

تحت شعبة ب . ذوات القرون الكلاية . قرون الاستشعار غير موجودة ، الجسم مكون من رأس صدر له ستة أزواج من الأطراف (زوج من قرون كلاية ، زوج من ملاس قديمة ، أربعة أزواج من الأرجل) ، وبطن ؛ معظمها أرضية .

طائفة ١ . الميوسترماتا . الرأس صدر متصل بالبطن ، ويحمل ٥ أو ٦ أزواج من الأطراف ؛ توجد أعين مركبة جانبية ، حيوانات مائية . يميولس ، سرطان حلوة الحصان ، يوريتيروس (فصل ٢١) .

طائفة ٢ . ييكنوجونيدا (بانتوبودا) . عناكب البحر ، معظمها صغيرة ؛ الأرجل طويلة جداً ؛ الجسم قصير ونحيف ؛ الفم ماص ويقع على خرطوم طويل ، حيوانات بحرية . ييكنوجونم (فصل ٢١)

طائفة ٣ . العنكيات . تضم العناكب ، العقارب ، الحلم ، القراد ، إلخ . البطن بدون أطراف للحركة ، الأعين بسيطة ؛ الخياشيم غير موجودة ؛ حيوانات أرضية . إيبورا ، عنكبوت ؛ ساركوبتس ، من حلم الجرب ؛ أورنيثودوروس ، من القراد . (فصل ٢١) .

تحت شعبة جـ . ذوات الفكوك (ذوات قرون الاستشعار) الجسم مكون من جزئين (رأس وجذع) أو ثلاثة أجزاء (رأس ، صدر بأرجل مشى ، وبطن) ؛ يوجد زوج أو زوجان من قرون الاستشعار ، زوج من الفكوك الأمامية ، زوج أو أكثر من الفكوك الخلفية ، وثلاثة أزواج أو أكثر من أرجل المشى .

طائفة ١ . القشرييات . تضم جراد البحر ، السرطانات ، براغيث الماء ، الأطومات ، إلخ . يوجد زوجان من قرون الاستشعار ، زوج من الفكوك الأمامية ، زوجان من الفكوك الخلفية ، وبعض الأطراف ثنائية التفرع ؛ التنفس يتم أساساً عن طريق الخياشيم ؛ معظم القشرييات مائية . دافنيا ،

برغوث الماء ، بالاناس ، أطوم ؛ استاكوس ، كامباروس ، من جراد البحر (فصل ٢١) .

طائفة ٢ . الحشرات (ذوات الستة أرجل) ؛ لها زوج واحد من قرون الاستشعار ؛ الجسم مكون من ثلاثة مناطق مميزة الرأس ، الصدر ، والبطن ؛ يحمل الصدر نموذجياً ثلاثة أزواج من الأرجل وزوجين من الأجنحة ، معظم الحشرات أرضية . ميلانولوس ، نطاط ؛ موسكا ، ذبابة ؛ إيس ، نحلة . (فصل ٢٢) .

طائفة ٣ الميرابودا . الجسم مكون من جزئين رأس وجذع ، الرأس يحمل قرني استشعار ، زوجا من الفكوك الأمامية ، وزوجا أو زوجين من الفكوك الخلفية ؛ الجذع يحمل زوجا أو زوجين من الأرجل في كل عقلة ؛ حيوانات أرضية (فصل ٢١) .

تحت طائفة ١ . ذوات المائة رجل (الكيلوبودا) . الجسم طويل ، مفلطح ، ويرتكب من ١٥ - ١٧٣ عقلة ، لكل زوج من الأرجل ؛ حيوانات أرضية . ليثوبيوس ، سكولوبندرا .

تحت طائفة ٢ . ذوات الألف رجل (الدبلوبودا) . الجسم طويل ، وأسطواني ، الصدر من أربع عقل ، لكل زوج من الأرجل ؛ البطن من ٢٠ إلى أكثر من ١٠٠ عقلة مزدوجة ، لكل زوجان من الأرجل ؛ حيوانات أرضية . جولوس

تحت طائفة ٣ . السيمفيليا . الجسم يصل طوله إلى ٦ م ، لا توجد أعين ، الحيوان البالغ له ١٢ زوجا من الأرجل ؛ الفتحة التناسلية في منتصف السطح البطنى بين الزوج الرابع من الأرجل ؛ حيوانت أرضية . سكيوتيجريللا وتعرف باسم ذات مائة رجل الحقائق .

تحت طائفة ٤ . الباوروبودا . حيوانات دقيقة ؛ ليست لها أعين ؛ قرون الاستشعار ثلاثية التفرع ؛ الجسم اسطواني مكون من ١١ (١٢) عقلة و ٩ (١٠) أزواج من الأرجل ؛ الفتحة التناسلية في منتصف السطح البطنى على العقلة الثالثة ، حيوانات أرضية . باورويس .

شعبة ٢٦ . البنتاسمويدا (اللنجوتبوليدا) . دودية الشكل ، رخوة ، غير معقلة ، لكن البطن حلقي ؛ يوجد زوجان من الخطاطيف البطنية بالقرب من الفم ، حيوانات متطفلة على الفقاريات . لينجوتبوليا .

شعبة ٢٧ . التاردigrادا . دبية الماء أو الحيوانات الدبية ؛ الطول لا يتعدى ١ مم ، الجسم اسطواني ، غير معقل ، توجد أربعة أزواج من أرجل الحمية غير مفصلية ، ولها مخالب ؛ تعيش هذه الحيوانات في الحزازيات أو في الماء العذب . إيكينيسكوس

تحت قسم ٢ . ثانويات الفم

السلوم عبارة عن تخويف معوى ينشأ من المعى الجنينى ، الفم لا ينشأ من فتحة الجاسترولة .
شعبة ٢٨ . الفكشوكيات (الكيتوجناثا) . ديدان سهمية ؛ رقيقة ، شفافة ، مفلطحة من الجانبين ؛ الجسم يتركب من رأس ، جذع ، وذيل ؛ الفم محاط بأشواك شعرية ؛ زعانف جانبية مزدوجة على الجذع ، زعنفة ذيلية في مؤخرة الجسم ؛ القناة الهضمية كاملة ؛ السلوم مكون من ثلاثة تجاويف مزدوجة ؛ أحادية المسكن حرة ؛ المعيشة بحرية ٥٠٠ نوعا ساجيتا (فصل ١٨)

شعبة ٢٩ . الجلد شوحيات . التماثل شعاعي ، خماسية الأجزاء عادة ، هذه الأجزاء مرتبة حول محور يمر بالقم ، لا يوجد تعقيل ، الجسم مغطي ببشرة رقيقة يليها للدخل هيكل داخلي صلب من صفائح جيرية متحركة أو ثابتة ، متراسة في نظام ثابت ، ومزودة بأشواك خارجية (الجلد رخو والصفائح مجهرية في خيار البحر) ؛ القناة الهضمية كاملة عادة ؛ السيلوم واسع ومهدب ؛ يوجد جهاز وعائى له أقدام أنبوبية تستعمل في المشى و أو إقتناص الغذاء ؛ الجنسان منفصلان ؛ المناسل كبيرة لها قنوات ؛ البيض يخضب عادة في البحر ؛ اليرقات مجهرية ، جانبية التماثل ، ومهدبة ؛ جميع الجلد شوحيات بحرية ؛ من العصر الكامبرى إلى العصر الحديث ؛ ٥٥٠٠ نوع (فصل ١٨) .

طائفة ١ - الزنبيقيات . زنايق البحر ، نجوم البحر الريشية . الجسم شبيه بالزهرة ، يوجد كأس صندوقي الشكل مركب من صفائح عديدة ، يحمل أذرا متفرعة رفيعة ؛ بعض الأنواع لها ساق لا فمى ؛ لا توجد أشواك أو ملاقط ؛ الأقدام الأنبوبية عديمة الممصات . أنثيدون ، ميثاكرينوس .

طائفة ٢ - النجميات . نجوم البحر . الجسم نجمى الشكل أو خماسى الأجزاء ؛ الأذرع من ٥ إلى ٥٠ ، قابلة للإنتشاء ، لا يمكن تمييزها بسهولة من القرص المركزى ؛ الهيكل قابل للإنتشاء وله أشواك قصيرة وملاقط ؛ ميازيب المشى مزودة بصفيين أو أربعة صفوف من الأقدام الأنبوبية ؛ توجد مصفاه على السطح اللافى ؛ المعدة كبيرة ؛ معظمها مفترسة . أسترياس ، بيزاستر ، أستريتا . من نجوم البحر الشائعة ؛ سولاستر ، النجم الشمس ، له ٧ إلى ١٤ ذراعاً .

طائفة ٣ - الثعبانيات . نجوم البحر الهشة . القرص صغير ومستدير ؛ الأذرع ٥ ، رفيعة ، مفصلية ، قابلة للإنتشاء ؛ الأقدام الأنبوبية مرتبة في صفين ، ليس لها مصصات ، تقوم بوظيفة حسية كما تستخدم في التغذية ؛ لا توجد ملاقط ؛ المعدة كيسية الشكل ، لا توجد أعلاور أو فتحة شرج ؛ المصفاه على السطح الفمى ، حيوانات حرة المعيشة ونشطة . جورجونوسيفالاس ، معرف بالنجم السلى وله أذرع عديدة التفرع ، أوفوروا ، نجم البحر الهش .

طائفة ٤ - القنفديات . قنائد البحر ، دولارات الرمل ، إلخ . الجسم نصف كروى ، قرصى الشكل ، أو بيضى الشكل ؛ عديمة الأذرع ؛ الصفائح الهيكلية متراسة ومتلاصقة بإحكام مكونة صدفة (صندوقاً) تحمل أشواكاً متحركة طويلة وملاقط ثلاثية التفرع ؛ الفم والشرج إما مركزيان أو جانبيين ؛ المصفاة ظهريّة ؛ أرباسيا ، ستروغيلو مستتراتوس ، من قنائد البحر ذات الجسم نصف الكروى ؛ إكيتاراكتيوس ، ديندراستر ، من دولارات الرمل ولها جسم مفلطح ؛ سباتا نجوس ،



الصبيات

الصبيات

القنفديات

الزنبيقيات

الخنوليات

شكل ١٤ - ١٢ شعبة الجلد شوحيات . خمس طوائف

لوفنيا ، من القنفاذ القلبية .

طائفة ٥ - الحياريات . خيار البحر . الجسم يشبه السحق أو دودى الشكل ؛ جدار الجسم من سميك لين إلى رقيق شبه شفاف ؛ لا توجد أذرع أو أشواك أو ملاقط ؛ الهيكل يتركب عادة من صفائح مجهرية متناثرة ، الأقدام الانبوية موجودة عادة ، الفم أمامى يحاط بعدد من اللوامس القابلة للارتداد ؛ القناة الهضمية طويلة لها شكل S ؛ الشرج خلفى ؛ المجمع مزود عادة بشجرة تنفسية . هولوثوريا ، ثايون ، لبيوسيناتا .

شعبة ٣٠ . البوجونوفورا . ديدان لحية . الجسم خيطى الشكل ، إسطوانى (قطره ٠,٥ - ٢,٥ م ، طوله ٥٠ - ٢٥٠ م) ، يوجد داخل أنبوية كيتينيه ؛ يتركب الجسم من ثلاثة أجزاء ، الجزء الأخير مقفل وبه أشواك ؛ لا يوجد فم أو قناه هضمية أو شرج أو فتحات خيشومية ؛ مقدم الجسم يحمل لامسة مهبده أو أكثر ؛ الجهاز الدورى مقفل ؛ توجد قناتان إخراجيتان سيلوميتان ، الجهاز العصبى ظهرى ، مطمور فى البشرة ؛ الجنسان منفصلان ؛ جميعها بحرية ؛ غالبا على أعماق بعيدة ؛ ٤٣ نوعاً لا ميليليسابلا ، تعيش على عمق ٣٥٠٠ متراً فى بحر أو كوتسك ، شمال غرب الباسيفيكي ؛ سيوجليوم ، فى إندونيسيا .

شعبة ٣١ . النصفحليات . الديدان اللسانية ، ذوات الحياشيم الجناحية ، إلخ . التماثل جانبى ؛ غير مقفله ؛ الجسم مكون من ثلاثة أجزاء ، رفيع ودودى الشكل ، أو صولجانى الشكل فى أنبوية مفرزه ؛ الفتحات الخيشومية ، عديدة ، ٢ ، أولاً توجد ؛ الجهاز العصبى له مراكز ظهريه ؛ القناه الهضمية كاملة ، مستقيمة أو على شكل "U" ؛ حيوانات بحرية . بالانوجلوسس ، ساكوجلوسس ، سيفالودسكوس (فصل ١٨) .

شعبة ٣٢ . الحبليات . لها تراكيب تظهر فى بعض الأطوار فقط أو طوال الحياة وهى : حبل ظهري محورى قضيبى الشكل يعمل كدعامة للجسم ، حبل عصبى ظهري مجوف ، وفتحات خيشومية مزدوجة بين البلعوم والخارج ؛ التعقيل واضح عادة ؛ يوجد ذيل خلف الشرج .



القنبريات



الأسحبلات



دعريات الدم



الأسماك المحرورية



الأسماك العظمية



الزواحف



الزواحف



الطيور



الحيات

شكل ١٤ - ١٣ شعبة الحبليات تحت شعبتين دنيا وشعب الحبليات الحية

تحت شعبة أ الذيلحيليات (القرييات) . اليرقات دقيقة تشبه أبو ذنية ، لها فتحات خيشومية ، الحبل الظهرى والحبل العصي في الذيل ؛ الحيوانات البالغة أنبوبية ، كروية ، أو غير منتظمة الشكل ؛ تُغطى بغطاء صلب (شفاف غالبا) ، الفتحات الخيشومية عديدة ، الحبل الظهرى يُفقد عادة ؛ الجهاز العصبي مختزل (فصل ٢٣)

طائفة ١ - اليرقيات (لارفاسيا) ، (الأندبكيولاريا) . يرقات ناضجة مستديرة دقيقة ، بلانكتونية ، تعيش في « مساكن » تفرزها لنفسها ؛ لها حبل ظهرى ، « خ » حبل عصبي ، وفتحتان خيشوميتان . **أويكوبلورا**

طائفة ٢ - الأسيديا . حيوانات ذات أحجام وأشكال متباينة ، تعيش أنفرادية أو في مستعمرات أو كأفراد مركبة ، تصبح جالسة عادة بعد التحور عندما يُفقد الذيل والحبل العصبي والحبل الظهرى ، ويضمر المخ إلى عقدة ، لكن تبقى بعض الفتحات الخيشومية ؛ الغطاء جيد التكوين ودائم . **سيوفا ، مالجولا ،** من الأسيديا البسيطة ؛ **بوتريللوس ،** من الأسيديا المركبة .

طائفة ٣ - الثاليسيا . حيوانات متباينة الأحجام ؛ الأطوار البالغة حرة المعيشة ، بلانكتونية ؛ ليس لها ذيل أو حبل ظهرى ، الغطاء مستديم ، مفتوح الطرفين ، لها شرائط عضلية دائرية . **صاليا ، دوليلوم .**

تحت شعبة ب.. الرأسحيليات (اللبتوكاردى) .

السهيمات . حيوانات صغيرة ، رفيعة ، شبيهة بالأسماك ، ليس لها جمجمة أو فكوك أو أطراف مزدوجة ؛ لها حبل ظهرى وحبل عصبي يمتدان بطول الجسم ؛ الفتحات الخيشومية عديدة توجد داخل جوف خارجي ، وجميعها مستديرة . **برانيكوسوما ، الأمفيوكسس أو السهم (فصل ٢٣) .**

تحت شعبة جـ . الفقاريات . لها قرنيوم (جمجمة) ، أفواس حشوية ، « وعمود شوكة » من فقرات عقلية ؛ جميع هذه التراكيب غضروفية في الفقاريات الدنيا ولكنها عظمية في الفقاريات العليا ؛ الحبل الظهرى يمتد من الذيل حتى قاعدة القرنيوم ، ينتفخ الجزء الأمامي من الحبل العصبي مكونا المخ الذى يتركب من أجزاء متخصصة ؛ منطقة الرأس بها أعضاء حسي خاصة متنوعة (الشم ، الإبصار ، السمع) ؛ توجد قنوات هلالية مزدوجة للتوازن ؛ الجهاز الدورى مقفل ، مكون من شرايين ، أوردة ، قلب من ٢ إلى ٤ حجرات ، والدلم به خلايا حمراء ويضاء

طائفة ١ - الأوستراكودرمي . أسماك مدرعة منقرضة . الرأس والجسم مصفحان بقشور كبيرة ، ملتحمة غالبا لتكون درع الرأس صلد.. **سيفالاميس ، بتراميس .**

طائفة ٢ - اللافيكيات (دائريات القم ، المارزيوبرانكي ، المونورينا) . تضم اللامبرى وأسماك الهاج ؛ الجسم أسطوانى ، رفيع ، له زعانف وسطية فردية فقط ؛ الجلد أملس بدون قشور ؛ لا توجد فكوك حقيقية ، توجد فتحة أنفية وسطية واحدة ، زوجان من القنوات الهلالية ، ٥ إلى

١٦ زوجاً من الجيوب الخيشومية الكيسية الشكل تفتح على جانبي الجسم ، وقلب مكون من حجرتين ؛ حيوانات مائية . بتروميرون ، إنوسيفيتوس ، من اللامبرى ؛ ميكسين . من أسماك الهاج . (فصل ٢٤) .

فوق طائفة أ . الأسماك . لها زوج واحد من الأقواس الخيشومية المتحركة إلى فكين ؛ لها زعانف فردية مدعمة بأشعة زعنفية ؛ وزعانف زوجية عادة ؛ الجلد به قشور تحوى على مادة كلسية ؛ المحافظ الأنفية غير متصلة بتجويف الفم ؛ القلب به أذين واحد فقط ؛ التنفس بالخياشيم ؛ جميعها مائية (فصل ٢٤) .

طائفة ١ - الأسماك صفائحية الجلد (بلاكودرمى) . أسماك قديمة منقرضة . الفكوك بدائية ؛ القوس اللامى غير مميز لية فتحة خيشومية كاملة ؛ لا توجد فتحة تنفسية ؛ الزعانف زوجية ومتنوعة ؛ غطاء الجسم من قشور أو صفائح عظمية ؛ الهيكل عظمى . دينيكسز ، أرثرودير ؛ بتريكسيودس ، أنتيارش .

طائفة ٢ - الأسماك الغضروفية . الهيكل من الغضروف ؛ الحبل الظهرى مستديم ؛ القشور قرصية ، دقيقة ؛ يوجد على السطح البطنى للرأس الفم وحفرتان شيمتان ؛ ٥ إلى ٦ أزواج من الخياشيم ، كل خيشوم فى شق منفصل ؛ الذكور لها مواسك ؛ البيض كبير ، التفلىح سطحي ؛ من العصر الكربونى إلى العصر الحديث . موستلوس ، سكوالوس ، أكانثياس ، من قروش كلب السمك ؛ كاركارياس ، قرش أبيض ضخم ؛ رايا ، من أسماك الراى ؛ يوروباتس ، من الراى اللاسعة ؛ مانفا ، سمكة الشيطان ؛ هيدرولاجوس ، شيميرا . (فصل ٢٤) .

طائفة ٣ - الأسماك العظمية . الهيكل عظمى تقريبا ؛ الفم طرفى عادة ، الجلد مغطى بقشور آدمية (عظمية) مطمورة ، من النوع الدائرى أو المسنن ؛ أربعة أزواج من الخياشيم فى تجويف مشترك (ليست فى شقوق منفصلة) ؛ مغطاه على كل جانب بغطاء خيشومى صفائحي الشكل ؛ توجد مئانة هوائية عادة ؛ لا يوجد مجمع ؛ البيض صغير ، التفلىح ، سطحي ؛ تعيش فى المياه المالحة والعذبة ؛ من العصر السلورى إلى العصر الحديث ؛ حوالى ٣٠,٠٠٠ نوع . بوليتروس ، أبو بشير ؛ أسينسر ، الحفش ؛ ليدوستيوس ، أبو منقار ؛ كلويا ، رنجه ؛ سالون ، تروت وسالمون الأتلانتى ؛ إيزوكس ، سمك الكراكى ؛ كانوستومس ، سمكة ماصة ، أميوس ، السلور ؛ أنجويلا ، ثعبان السمك ؛ جامبوزيا ، مينو علوى ؛ جادوس ، الكلاه ، بيركا ، سمك الفرخ ؛ هيوجلوسس ، هاليوت ، مولا ، سمك الشمس المحيطى ؛ نيوسيرانودوس ، ليدوسيرين ، من الأسماك الرنوية (فصل ٢٤) .

فوق طائفة ب . رباعيات القدم . فقاريات أرضية رباعية الأرجل . نموذجيا ، لها زوجان من الأطراف خماسية الأصابع ، قد تتحور بتنوع ، أو تختزل ، أو لا توجد فى البعض ؛ الهيكل عظمى ، المحافظ الأنفية (فتحات الأنف) متصلة بتجويف الفم ؛ البعض له قنوات سمعية خارجية ؛ القلب له أذنان ، وتوجد دورة دموية مزدوجة .

طائفة ١ - البرمائيات . الأنواع الحية مغطاه بجلد غدى ، رطب ، ولين ، المجمعة لها لقمتان

مؤخريتان ؛ القلب ثلاثى الحجرات ؛ التنفس بالخياشيم ، الرئات ، أو الجلد ؛ البيض له غطاء جيلاتينى ، يتم وضعه عادة فى الماء ؛ الرقات مائية عادة ؛ الحيوانات البالغة قد تكون مائية أو تعيش فى مناطق رطبة على الأرض . من العصر الديفوى إلى العصر الحديث ؛ حوالى ٢,٦٠٠ نوع حتى . **إكتيوس** ، من السلسليا عديمة الأطراف ؛ **نيكتيوس** ، **جرو الطين** ؛ **أميستوما** ، **ترايتيوس** ، **بليثودون** ، من السلمندرلات؛ **بوفو** ، **علجوم** ؛ **رانا** ، **ضفدع** . (فصل ٢٥) .

طائفة ٢ - الزواحف . الجسم مغطى بجلد قرنى جاف ؛ به عادة قشور أو درقات ؛ الأصابع مخفية عادة ؛ الأطراف والأصابع قد تختزل أو تختفى فى العض ؛ الهيكل عظمى ، لقمة مؤخرية واحدة ؛ القلب مكون من أربع حجرات غير كاملة ؛ التنفس بالرئات ؛ التلقيح داخلى ؛ البيض غنى بالملح ومغطى بقشرة ؛ معظمها بيوضه ؛ تظهر أغشية جنينية أثناء التكوين ؛ الصغار تشبه أبويها بعد الفقس مباشرة ؛ الزواحف تعيش على الأرض أو فى المياه العذبة أو المالحة ، فى المناطق الاستوائية والمعتدلة الدافئة . من العصر البريى إلى العصر الحديث ؛ حوالى ٦,٥٠٠ نوع حتى . **كيليدرا** ، **كريزيميس** ، من السلاحف المائية ؛ **جوفيروس** ، سلاحفة أرضية ؛ **سفنودون** ، **تواتارا** **نيوزيلندا** ؛ **أنوليس** ، **حرباء** ، **سكيلوبوروس** ، **كينميدوفوروس** ، من السحالي ؛ **هيلودرما** ، **جلا** **العماق** (**سام**) ؛ **بيثون** ، **شارينا** ، من ثعابين البوا ؛ **فاتركس** ، **ثامنوفس** ، من ثعابين الماء والجارتر ؛ **كوليوبر** ، من الثعابين ؛ **ناجا** ، **كوبرا** ؛ **ميكوروس** ، **ثعبان المرجان** ؛ **كروتالوس** ، **ثعبان الأجراس** ؛ **أليجيور** ، **تمساح أمريكى** . (فصل ٢٥) .

طائفة ٣ - الطيور . الجسم مغطى بالريش ؛ الأطراف الأمامية متحورة إلى أجنحة للطيران ؛ القلب مكون من أربع حجرات كاملة ؛ التنفس بالرئات ؛ من ذوات الدم الحار (ثابتة الحرارة) ؛ البيض غنى بالملح وله قشره ؛ حيوانات بيوضه ؛ تظهر أغشية جنينية أثناء التكوين ؛ الطيور أرضية أو مائية . من العصر الجوراسى الأعلى إلى العصر الحديث ؛ ٨,٦٠٠ نوع . **ستروثيو** ، **النعام** ؛ **أبتريكس** ، **كوى** **نيوزيلندا** ؛ **أبتينودايتس** ، **البطريق** ؛ **أرديا** ، **البليشون** ، **أناس** ، **البط** ؛ **بونيو** ، **الصقر** ؛ **بوناس** ، **القطا** ؛ **لاروس** ، **النورس** ؛ **كولبا** ، **الحمامة** ، **دندروكويس** ، **نقار الخشب** ؛ **باسر** ، **العصفور** . (فصل ٢٦) .

طائفة ٤ - الثدييات . الجسم مغطى بالشعر عادة ؛ الجلد به غدد متنوعة ، ومتباعدة فى التركيب ؛ الأطراف متنوعة تستخدم فى المشى ، التسلق ، الحفر ، السباحة ، أو الطيران ؛ الأصابع عادة بمخالب أو أظافر أو حوافر ؛ يوجد حجاب حاجز عضلى رقيق بين تجويفى الصدر والبطن ؛ الذكر له قضيب ؛ الإخصاب داخلى ، للإناث غدد ثديية تفرز اللبن الذى يتغذى عليه الصغار ؛ الثدييات لها القدرة على تنظيم درجة حرارة أجسامها ؛ من العصر الترياسكى إلى العصر الحديث ؛ ٤٠٦٠ نوعاً حياً . **أورنيثورنكس** ، **خلد الماء الأسترالى** ؛ **ديدلفس** ، **الأوبوسوم** ؛ **ماكرويس** ، **الكانجرو** ؛ **سكايانوس** ، **الخلد** ؛ **ميوتس** ، **خفاش** ؛ **بان** ، **شيمبانزى** ؛ **هومو** ، **الإنسان** (فصل ٢٨) ؛ **راتس** ، **جرذ** ؛ **فايزيتير** ، **حوت** ؛ **إلفاس** ، **فيل** ؛ **إيكواس** ، **حصان** ؛ **سيرفوس** ، **أيل** . (فصل ٢٧)

مراجعة

- ١ - ما هو الغرض من التصنيف العلمى للحيوانات ؟ أذكر أنواع الصفات التى استخدمت كقاعدة للتصنيف .
- ٢ - عرف كلمة نوع .
- ٣ - رتب فى جدول المجموعات التصنيفية بشكل تنازلى من الشعبة إلى النوع .
- ٤ - ما المقصود بالتماثل ؟ وبالتفصيل ؟
- ٥ - ما أهمية الأسماء العلمية ؟ أشرح معنى التسمية المزدوجة .
- ٦ - مستعينا بجدول ١٤ - ٣ ، أذكر بعض الصفات الهامة لكل شعبة . قارن بين ما ذكرته والخصائص لهذه الشعب الميينة فى النبذه عن الأوليات وعالم الحيوان التى تلى الجدول .
- ٧ - يجمع بين الالامعات والجلد شوكلات صفة التماثل الشعاعى . عدد فى عمودين متقابلين بعض صفات هاتين الشعبتين التى تبين أنهما ليسا على علاقة وثيقة .
- ٨ - أعمل مقارنة بين المفلطحات والحلقيات ميينا فيها كيف صنفت المجموعة الأولى فى مرتبة أدنى من المجموعة الثانية .

الفصل الخامس عشر

الأوليات

الأوليات حيوانات وحيدة الخلية مجهرية غالباً . تعتبر خلية الحيوان الأولى أكثر تعقيداً من خلية حيوان عديد الخلايا تركيبياً ووظيفياً . لهذا السبب ، صُنفت هذه الكائنات في عالم قائم بذاته هو عالم البروتستا . بعض الأوليات بسيطة التركيب ، والبعض الآخر توجد به أعضاء خلوية « عضيات » وهذه تتشابه وظيفياً مع الأجهزة العضوية للحيوانات عديدة الخلايا . الأوليات يُعرف منها حتى الآن ٣٠,٠٠٠ نوع ، وعدد أفرادها يزيد كثيراً عن عدد أفراد الحيوانات الأخرى جمهاً . تعيش الأوليات في بيئات رطبة - في مياه المحيطات أو في قاعها ، في المياه العذبة والمياه نصف المملحة ، في المياه العكرة ، كما تعيش أيضاً في التربة وفي المواد العضوية المتحللة . العديد من الأوليات تعيش حرة في الماء ، بعضها تثبت نفسها ، البعض الآخر يكوّن مستعمرات . هناك أوليات تعيش على أو في بعض النباتات والحيوانات ، من الأوليات إلى الإنسان . هذه العلاقات المتبادلة بين الأوليات والكائنات الأخرى تتباين بدرجة كبيرة ، من مجرد علاقة عابرة إلى تطفل بأقصى صورته . الأوليات قد تكون غذاءً لحيوانات أخرى دقيقة . بعض الأوليات تساعد في تنقية مياه المجارى ، كما أن بعضها تعتبر نقمة على الجنس البشرى إذ تسبب أمراضاً خطيرة للإنسان مثل الدوسنتاريا والملاريا ومرض النوم الأفريقي .

تصنيف الأوليات غاية في التعقيد ، وبصفة عامة يصنف معظم علماء الحيوان الأوليات إلى أربع تحت شعب وتسع طوائف . في هذا الفصل سوف تدرس بالتفصيل المجموعات الرئيسية فقط ، كل على حده .

١٥ - ١ الخصائص

١ - الأوليات وحيدة الخلية دقيقة ، البعض يكوّن مستعمرات من أفراد متشابهة قليلة إلى كثيرة ؛ التمثال مدموم ، جانبي ، شعاعى ، أو كروى .

٢ - شكل الخلية ثابت تقريباً ، قد يكون بيضولياً ، مستطيلاً كروياً ، أو غير ذلك ؛ الشكل

متنوع في بعض الأنواع ويتغير تبعاً للظروف البيئية أو العمر .

٣ - النواه مميزة ، واحدة أو أكثر ؛ توجد تراكيب أخرى كالعضيات ، لا توجد أعضاء أو أنسجة .

٤ - تتم الحركة بواسطة أسواط ، أقدام كاذبة ، أهداب ، أو بحركة الخلية نفسها .

٥ - لبعض الأنواع مساكن واقية ، أو أصداف ؛ العديد من الأنواع تنتج حويصلات أو سبورات تقاوم الظروف الخارجية غير الملائمة ، كما تساعد في الانتشار .

٦ - طرق المعيشة حرة ، تكافلية ، تبادل منفعة ، أو تطفلية .

٧ - التغذية متنوعة : (أ) تغذية حيوانية ، تتغذى على كائنات أخرى (بكتيريا ، محامير ، طحالب ، أوليات أخرى ، إلخ ..) ؛ (ب) تغذية رمية ، تتغذى على مواد ذاتية في الوسط المحيط ؛ (ج) تغذية نباتية ، أو تغذية ذاتية ، بالتمثيل الضوئي كما في النباتات . بعض الأوليات تجمع بين طريقتين للتغذية .

٨ - تكاثر لا جنسي بالانشطار الثنائي ، الانشطار العديدي ، أو التبرعم ؛ بعض الأوليات تتكاثر جنسياً باتحاد الأمشاج أو بالاقتران (في المهديات)

انحدرت الأوليات من أصول بائدة مجهولة للكائنات الحية الأولى التي ظهرت على الأرض . لم تترك الأنواع ذات الأجسام الرخوة سجلاً حفرياً لها ، ولكن العمر الأقصى لهذه الشعبة أمكن إثباته حينما اكتشفت بعض البقايا الصلبة للراديو لاريا في الصخور قبل الكامبرية . بعض السوطيات حاملة الكلوروفيل تشبه الطحالب الخضراء في التركيب والوظيفة ، وقد يوحى هذا بأصل مشترك للنباتات والحيوانات ، معظم الأوليات متناهية في الصغر بحيث لا يمكن قياسها إلا بالميكرومتر (الميكرومتر ، $1 \text{ um} = 0.001 \text{ م}$) بعض الأوليات لا يتعدى طولها ٢ أو ٣ ميكرومتر . يمكن لأثنى عشر فرد من الباييزيا أن تعيش داخل خلية دم حمراء واحدة ، وأيضاً بضع مئات من الليشمانيا (من السوطيات) يمكنها أن تتواجد في خلية نسيجية واحدة . معظم الأنواع تكون أقل من ٢٥٠ ميكرومتراً في الطول ، لكن هناك حيواناً أولياً هديا (سيروستوم) ينمو إلى ٣ م ، وآخر جرثوميا (بوروسبورا جيجانتيا) إلى ١٦ م .

طائفة اللحميات أو الساركودينا (الأميبات وغيرها)

الأميبا الشائعة ، أميبا بروتويس ، تعتبر مثلاً لأوليات من طائفة الساركودينا (ساركودس : لحمي) . تعتبر الأميبا من الناحية التركيبية من أبسط الحيوانات الحية - خلية قائمة بذاتها تتركب من نواه وستوبلازم ، ولكن لا توجد بها عضيات مستديرة . مع ذلك ، فإن هذا الكائن البسيط يمكنه أن يقوم بجميع الوظائف الحيوانية الضرورية ، إذ يمكنه الحركة ، القبض على الفريسة ، الهضم ، أبيض الغذاء المركب ، طرد المخلفات ، التنفس ، إنتاج المواد الإفرازية والإخراجية ، الإستجابة إلى الضوء ، الحرارة ، الرطوبة ، والمواد الكيميائية الداخلية منها والخارجية ، النمو ، والتكاثر .

١٥ - ٢ التركيب

الأميبيا (أشكال ١٥ - ٢ ، ١٥ - ٣) عبارة عن كتلة بروتوبلازمية ، راتقة ؛ عديمة اللون ، وهلامية الشكل ، يصل طولها إلى ٦٠٠ ميكرومتر ، لها شكل غير منتظم قابل للتغير بصفة مستمرة . تتركب الأميبيا من (١) غشاء الخلية الخارجى وهو رقيق ومرن ، أو غشاء البلازما ، ويليهِ للداخل (٢) منطقة ضيقة من الأكتوبلازم الرائق غير المحبب ، تحيط بـ (٣) الكتلة الجسمية الأساسية من الإندوبلازم المحبب . يتركب الإندوبلازم من (أ) جزء خارجى أكثر صلابة هو البلازما الهلامية و(ب) جزء داخلى هو البلازما السائلة وتظهر فيه بوضوح حركة دائمة . يتخوى الإندوبلازم على (٤) نواة قرصية الشكل لا يمكن رؤيتها بسهولة فى الحيوان الحى ؛ (٥) فجوة متقبضة ، وهى كروية مملوءة بسائل ، وتتحرك من آن لآخر تجاه السطح الخارجى ثم تنقبض دافعة محتوياتها خارجاً إلى الماء المحيط ، وسرعان ما تتكون مرة أخرى ؛ (٦) فجوة غذائية واحدة أو أكثر متباعدة فى المحجم ، تحتوى على دقائق غذائية تجرى عليها عملية الهضم ؛ (٧) فجوات أخرى متنوعة ، بللورات ، كريات زيتية ، ومحتويات خلوية غير حية أخرى ، بعضها غاية فى الدقة بحيث لا يرى بالمجهر العادى .

فيما يلى ، موجز لوظائف هذه الأجزاء :

(١) غشاء الخلية يحفظ البروتوبلازم داخل الخلية ، لكنه يسمح بمرور الماء والأكسجين وثنائى أكسيد الكربون ؛ (٢) الإكتوبلازم يعطى الشكل لجسم الخلية ؛ (٣) الإندوبلازم يحتوى على التراكيب الأخرى كما أنه يساعد فى الحركة ؛ (٤) النواة تسيطر على العمليات الحيوية للكائن ؛ (٥) الفجوة المتقبضة تعمل على تنظيم المحتوى المائى ؛ (٦) الفجوات الغذائية تحتوى على غذاء تُجرى عليه عملية الهضم ؛ (٧) محتويات الخلية غير الحية تعتبر غذاء إحتياطيا أو مواداً لازمة لعمليات الأيض . إذا قطعت الأميبيا إلى جزعين ، فسرعان ما يحيط غشاء الخلية بكل جزء ، وبذلك يعمل على منع فقد البروتوبلازم ؛ الجزء الذى بدون نواه له القدرة على الحركة وابتلاع الطعام ، ولكن لا يمكنه القيام بعمليات الهضم والأيض ، لذلك يموت هذا الجزء بعد فترة وجيزة . الجزء الآخر الذى يحتوى على نواة يمكنه أن ينمو ويتكاثر . النواة المعزولة عن بقية الخلية ، لا يمكنها البقاء



شكل ١٥ - ١ : أمظة شائعة لشعبة الأوليات

على الحياة ، لذلك ، فالتواء والسيترولازم مكملان لبعضهما البعض ، ولا يمكن لأى منهما العيش بمفرده .

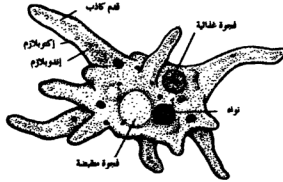
١٥ - ٣ الحركة

تتحرك الأميبا بواسطة بروزات أصبعية الشكل تُعرف بالأقدام الكاذبة ، وهذه تتكون من أى مكان في جسم الخلية . وهذا النوع من الحركة غير المنتظمة يعرف بالحركة الأميبية ، وتوجد في العديد من الأوليات وفي الخلايا الأميبية للإسفنجيات واللاسعات ، وأيضاً في كريات الدم البيضاء للفقاريات . تعتبر الحركة الأميبية من المميزات الأساسية للبروتوبلازم غير المتخصص ، لذلك يصعب تفسيرها كما في معظم العمليات الأساسية . يمكن تشبيهها إلى حد ما بتلك التي تحدث في المحاليل غير الحية ، إذ تُسبب الاختلافات في التوتر السطحي أنواعاً معينة من الحركة . من المعتقد أن الحركة في الأميبا تنتج من تغيرات في البرتوبلازم الغروي ، من الحالة السائلة إلى الحالة الأكثر صلابة والعكس . بينت الدراسات الحديثة أن كلتي الحالتين السائلة وشبه الصلبة قد تنتجان من إنقباض وانسلاط بروتينات طويلة التسلسل . للحركة ثلاث خصائص بارزة هي :

(١) الالتصاق بمرتكز (دعامة) ، قد يتم ذلك بواسطة الإفراز ؛ (٢) تحول البلازما الهلامية إلى البلازما السائلة في الجزء الخلفي من الحيوان ، والعكس يحدث في الجزء الأمامي ؛ (٣) زيادة في مرونة البلازما الهلامية أثناء مرورها للخلف . تتم عملية الالتصاق بسهولة على الأسطح الخشنة ، ولكن يتوقف ذلك على طبيعة السائل المحيط بالحيوان وأيضاً على الحالة الفسيولوجية للأميبا .

١٥ - ٤ التغذية

تتغذى الأميبا على أوليات أخرى وطحالب ودورات وبرتوبلازم ميت . يمكن للأميبا الواحدة أن تلتهم عدداً كبيراً من البراميسيوم أو من السوطيات الصغيرة ، كما أن للأميبا القدرة على التمييز بين أنواع الغذاء ، فتنتقى ما تريده منه . من المعروف أن الأميبا تجذبها حركة الفريسة ، أو مواد تفرزها هذه الفريسة ، وعادة تجذب الأميبا الغذاء غير المرغوب فيه أو غير الصالح للهضم ، وهى بذلك تشبه الحيوانات الأخرى الأكثر نشاطاً . يدخل الغذاء من أى مكان على السطح الخارجى للخلية . تمد الأميبا أقدامها الكاذبة وتحيط بالغذاء مع بعض الماء (شكل ١٤ - ٥) الذى ينتقل إلى داخل الإندوبلازم كفضوة غذائية . تتحرك الفجوات الغذائية مع حركة الإندوبلازم . يكون الوسط حامضياً في الفجوة الغذائية الحديثة التكون (لورق عباد الشمس أو اللصغ الأحمر المتعادل) ربما بسبب إفرازها يقتل الفريسة بسرعة . يصبح الوسط قاعدياً فيما بعد ، ثم تتم عملية الهضم بواسطة إنزيمات يفرزها الإندوبلازم . تفقد دقائق الغذاء شكلها ثم تنتفخ وتصبح أكثر شفافية ، ويقل حجمها تدريجياً نتيجة لامتصاص نواتج الهضم بواسطة البروتوبلازم المحيط . المواد الممتصة تستخدم في عمليات النمو والتكاثر ، كما أنها تمد الحيوان بالطاقة اللازمة للحركة . يقل حجم الفجوة الغذائية تدريجياً مع استمرار عملية الهضم ، أما بقايا الغذاء غير المهضومة فإنها تطرده خارج الجسم .



شكل ١٥ - ٢ : تركيب الأميبا (طائفة الساركوذيا)

١٥ - ٥ التنفس والإخراج

يحتوى الماء الذى تعيش فيه الأميبا على أوكسجين مذاب . ينتشر الأوكسجين خلال غشاء الخلية إلى الداخل ، تماماً كما يحدث فى التنفس الداخلى للمخلات فى الحيوانات العليا . ينتج عن عمليات الأيض مواد إخراجية مثل ثاني أكسيد الكربون والأمونيا . لا بد أن تخرج هذه المواد ، حتى لا تسبب أضراراً للكائن . تم عملية الإخراج أساساً بواسطة إنتشار المواد الإخراجية خلال غشاء الخلية إلى الخارج .

قد تساهم الفجوة المتقبضة إلى حد ما فى عملية الإخراج ، ولكن الوظيفة الأساسية لهذه الفجوة هى تنظيم المحتوى المائى لجسم الخلية . يدخل بعض الماء مع الفجوات الغذائية ، ينتج الماء أيضاً من عمليات الأيض ، بالإضافة إلى ذلك ينفذ ماء من الوسط المحيط إلى داخل جسم الأميبا بالانتشار الأزموزى حيث أن تركيز الأملاح فى البروتوبلازم أعلى منه فى الماء الخارجى المحيط . إذا وضعت الأميبا فى ماء ذى تركيز عال من الأملاح ، فإنها تكون فجوة أصغر حجماً وتطرد للخارج كميات أقل من الماء . مما يستحق الذكر ، أن أنواع الأميبا التى تعيش فى المياه المملحة لا يوجد بها فجوة متقبضة . تتكون الفجوة المتقبضة من اندماج فجوات أصغر ، وهذه بدورها تتكون من تجمع قطرات مائية صغيرة . عندما تصبح الفجوة المتقبضة ممتلئة ، فإنها تحاط « بغشاء تكيفى مؤقت ، يخفى بمجرد أن تدفع الفجوة بمحتوياتها للماء المحيط خلال غشاء الخلية .

١٥ - ٦ التكاثر

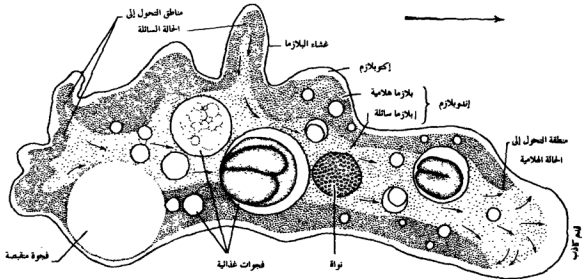
عندما تصل الأميبا إلى حجم معين ، فإنها تبدأ فى التكاثر بالانقسام الثنائى . يصبح جسم الخلية كروياً ويحاط بأقدام كاذبة قصيرة ، يستطيل الجسم ، ثم يبدأ فى التخصر إلى أن ينقسم إلى جزئين فى النهاية ؛ تنقسم النواة فى الوقت نفسه بالانقسام غير المباشر إلى نواتين تتحركان نحو طرفى الجسم ؛ بذلك يتكون فردان صغيران يحتوى كل منهما على نواة . فى الظروف المعملية العادية ، تنقسم الأميبا

كل بضعة أيام قليلة ، وتم عملية الانقسام غير المباشر في ٣٣ دقيقة تقريباً عند درجة حرارة ٣٥.٢٤ ° .

١٥ - ٧ ساركودينا أخرى

تتضمن طائفة الساركودينا ، بخلاف الأميبات ، بعض الأوليات بانية القشرة . القشرة أو الصدفية قد تُفرز بواسطة الحيوان ، أو تتكوّن من حبيبات الرمل ، إلخ ، (شكل ١٥ - ٥) .

يضم جنس الأميبا أنواعاً عديدة متباينة في الحجم والشكل ، تعيش في المياه العذبة ، نصف الملحة ، والمالحة . بالإضافة إلى هذه الأنواع حرة المعيشة ، فإن هناك أنواعاً عديدة بعضها متطفلة ، والبعض الآخر يعيش معيشة تكافلية . بعض الأنواع تعيش في معى الصرصور والفيل الأبيض ، بينما يعيش البعض الآخر أساساً في القناة الهضمية للفقاريات الأخرى . تتكوّن الأميبات المتطفلة حويصلات مقاومة يمكنها الانتقال من عائل مصاب إلى عائل جديد . **الأنتماميا هستوليتيكا** (شكل ١٥ - ٦) تسبب مرض اللوسنتاريا الأميبية في الإنسان ، تنتقل الحويصلات عن طريق غذاء أو ماء ملوث إلى القناة الهضمية لعائل جديد ؛ وهناك تنطلق الأميبات من حويصلاتها ، وتبدأ في التكاثر ، ثم تهاجم بعد ذلك جدار الأمعاء . قد تُحدث هذه الأميبات قروحاً في الغشاء المخاطي للأمعاء والكبد والرئتين وغيرها من الأعضاء التي تمر بها أثناء إنتقالها مع تيار الدم . يصبح البراز مائياً ، ويصاب الإنسان بالإسهال . إذا لم يعالج المصاب ، فإنه قد يُشفى جزئياً من المرض ، ولكنه يصبح حاملاً للعدوى ، وتنتقل بواسطته الحويصلات إلى مياه الشرب والحضروات الطازجة فتصبح ملوثة . يبلغ



شكل ١٥ - ٣ : الحركة في الأميبا . البلازما السائلة تسري للأمام وتتحول إلى بلازما هلامية في القدم الكاذب المتحرك للأمام ؛ تحدث عملية عكسية في الطرف المقابل وفي الإقدام الكاذبة المسحبة . بين السهم الكبير إتجاه الحركة للحيوان كله ؛ الأسهم الصغيرة تبين حركة الإندوبلازم (عن ماست ١٩٢٦)

معدل الإصابة بهذا المرض بين سكان الولايات المتحدة حوالى ١٠٪ ، ومن الملاحظ أن معدل الإصابة يقل فى مناطق عن غيرها ، ويعزى ذلك إلى المستوى الإقتصادى والاجتماعى للسكان . هناك مناطق قليلة يرتفع فيها معدل الإصابة بشكل ملحوظ .

تعتبر الفورامينيفرا من الأوليات بانية القشرة ، وجميعها بحرية ، يتراوح قطر القشرة من ٠,٠١ إلى ١٩٠ مم . تتكون قشرة الفورامينيفرا من إفرازات الحيوان نفسه أو من حبات الرمل أو من شويكات إسفنجية تعيش الفورامينيفرا فى المحيطات منذ العصر قبل الكامبرى وقد أدى تراكم قشور الفورامينيفرا على مر العصور إلى تكون طبقات صخرية . ما يقرب من ٣٥٪ من قاع المحيط (٤٨,٠٠٠,٠٠٠ ميل مربع أو ١٢٤,٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع) يتكون الآن من رواسب صخرية من قشور فورامينيفرية . أيضا أهرامات مصر العظيمة بُنيت بأحجار جيرية تكونت من قشور فورامينيفرية منذ العصر الثلاثى الأول . تعتبر الحفريات الفورامينيفرية ذات أهمية كبرى فى مجال الاكتشافات البترولية ؛ يقوم الخبراء الآن بفحص العينات الجوفية التى تخرجها الملقاب من الآبار الجديدة تحت الاختبار ؛ ومن النتائج التى يُحصل عليها من هذه الفحوص يمكن تحديد الطبقات الحاملة للبترول .

المليوزوا (الحويثات الشمسية) الكروية لها أقدام كاذبة شعاعية دقيقة عديدة . الراديولاريا لها هياكل من السيليكا أو كبريتات السترونشيوم ، وتغطى هياكلها حوالى ٢,٠٠٠,٠٠٠ ميلاً مربعاً (٥,١٠٠,٠٠٠ كيلو متراً مربعاً) من قاع المحيط ، وتكون ما يعرف بالرواسب الراديولارية ، يوجد أيضا العديد من هذه الحفريات فى تراكيب صخرية فى مناطق متفرقة على الأرض .

طائفة الأوباليناتا (الأوبالينيدات)

تعيش معظم أنواع الأوباليناتا (أوبالينا ، إلخ ، شكل ١٥ - ١) فى معنى العلاجيم والضفادع . يتراوح عدد الأنوية من ٢ إلى بضع مئات وهى من نوع واحد ، وليس له فم خلوى ؛ تندمج الأمشاج بصفة دائمة أثناء التكاثر الجنسى ؛ وكما فى الهدديات ، يغطى سطح الخلية بأهداب مرتبة فى صفوف مائلة ، ويوجد بها أيضا أكثر من نواة . تتشابه الأوبالينيدات مع السوطيات فى مستوى الانقسام اللاجنسى .



شكل ١٥ - ٤ : الأميبا : المراحل المختلفة فى عملية تناول الغذاء ثم طرد بقايا غير المهضومة ؛ تستغرق هذه العملية ثمانية دقائق . تين الأسهم حركة البروتوبلازم فى الأقدام الكاذبة (عن شيفر ١٩١٧)

طائفة السوطيات

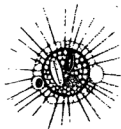
تتميز السوطيات بأن لها سوطاً واحداً أو أكثر من سوط في فترة من حياتها أو طوال الحياة . يستعمل السوط في الحركة وفي الإمساك بالغذاء ، وقد يعمل كمستقبل حسي . جسم الخلية له شكل ثابت عادة ، يعضاوى أو طويل أو كروي ؛ يغطي الجسم بقشرة صلبة ، وهى مصفحة في بعض الأنوع . تحتوى العديد من السوطيات على بلاستيدات بها صبغيات ملونة ، تلك التى تحتوى على الكلوروفيل تقوم بصنع غذائها بنفسها بمساعدة ضوء الشمس . هذه السوطيات قريبة الشبه بالطحالب ، لذلك فهى تصنف في كثير من الأحيان ضمن النباتات . تعيش معظم السوطيات حرة كأفراد مستقلة ، إلا أن البعض منها يعيش مئتماً ؛ البعض الآخر يكون مستعمرات ، وهذه المستعمرات قد تتكون من بضعة أفراد أو من آلاف من الأفراد . تعيش السوطيات في المياه العذبة والمياه المالحة ، وهى تكوّن مع الدياتومات الغذاء الرئيسى للحيوانات المائية الدقيقة . يعيش البعض من السوطيات في التربة . تضم السوطيات أيضاً طفيليات تصيب الإنسان وبعض الحيوانات الأخرى ، وقد تسبب أمراضاً خطيرة . يتم التكاثر في السوطيات عادة بالانشطار الطولى ، ولكن هناك بعض الأنواع التى تتكاثر بالانقسام العديدى . يوجد أيضاً تكاثر جنسى في مجموعة واحدة من السوطيات . قد تحوّل السوطيات الحرة حتى تتجنب الظروف غير الملائمة .



ويغوجيا (تكبير ٩٤ مرة)
السنسبيا



أكيو مغويوم (تكبير ٢٢ مرة)
الغوروا مينيرا



الروثاليا (تكبير ٢٢ مرة)
المفلوزوا



هيلوسايرا (تكبير ١٢٥ مرة)
الاندولازيا

١٥ - ٨ التركيب : الوجلينا

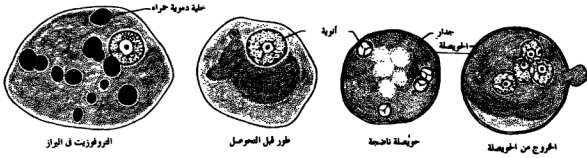
حيوان سوطى شائع ، حر المعيشة ، يحتوى على الكلوروفيل ، وهو يعيش مستقلاً . جسم الخلية رقيق ، يبلغ طوله ١ , ٠ م (شكل ١٥ - ٨) ، الطرف الأمامى مفلطح إلى حد ما ، أما الطرف الخلفى فهو مدبب . يحاط الجسم بغلاف رقيق مرن يعرف بالقشرة ، وهو يساعد فى الحفاظ على شكل الجسم . تتميز القشرة بخطوط أو تغلظات متوازية مرتبة لولياً . على القشرة إلى الداخل طبقة رقيقة من الإكتوبلازم . يحيط الإكتوبلازم بالجزء الأكبر من السيوبلازم وهو الإندوبلازم . الإندوبلازم محبب ولا توجد به حركة إنسيابية . يوجد بالطرف الأمامى للجسم فم خلوى قمعى الشكل يودى إلى بلعوم خلوى أنبوى قصير . يمتد من الفم الخلوى سوط طويل . يترب السوط من خيط محورى متقبض محاط بغلاف رقيق ، وهو ينشأ من حبيبة (أو حبيبتان) تعرف بالحبيبة القاعدية ؛ توجد الحبيبة القاعدية فى الجزء الأمامى للسيوبلازم . يقع خلف البلعوم الخلوى خزان مستديم كروى الشكل ، بجواره فجوة تحتوى على عدة فجوات متقبضة دقيقة فارغة . تتجمع السوائل من السيوبلازم فى الفجوات ، ومنها إلى الخزان ثم إلى الخارج عن طريق البلعوم الخلوى . يوجد بجانب الخزان بقعة عينية حمراء تحس بكمية الضوء . تحتوى الخلية على نواة واحدة مستديرة تقع فى منتصف الجسم تقريباً . الوجلينا خضراء اللون لاحتوائها على بلاستيدات خضراء (صبغيات) بها كلوروفيل . يوجد أيضاً بالجسم تراكيب غير حية منها الأجسام الباراميلية ، وهى عبارة عن كربوهيدرات شبيهة بالنشا .

١٥ - ٩ الحركة

يضرِب السوط فى الماء ضربات متعاقبة للخلف وللأمام ، نتيجة لذلك تندفع الوجلينا فى الماء مع الدوران بطريقة حلزونية ، وتتحرك الوجلينا فى الماء فى مسار مستقيم (أنظر البراميسيوم ، فقرة ١٥ - ١٥) . يمكن للحيوان أيضاً أن يزحف بحركات حلزونية للجسم . فى بعض الأوقات ، يتحرك الحيوان حركة دودية تعرف بالحركة الوجلينية ، وهى تنشأ عن إنسلاطات وإنقباضات موضعية ، قريبة الشبه بالحركة الدودية لأمعاء الحيوان الفقارى . تبدى الوجلينا إستجابة موجبة للضوء ، إذ تتحرك تجاه مصدر ضوء مناسب ، تماماً كما فى حالة النباتات الخضراء التى تتجه ناحية الضوء ؛ فى الوقت نفسه ، تتجنب الوجلينا ضوء الشمس المباشر .

١٥ - ١٠ التغذية

بعض السوطيات الحرة تقتنص الغذاء وتدفعه إلى البلعوم الخلوى ، ومنه إلى الفجوات الغذائية ، حيث يتم هضمه . هذه التغذية الحيوانية نادرة فى السوطيات ولا توجد إلا فى الوجلينا . تتغذى الوجلينا تغذية نباتية ، إذ تقوم بصنع غذائها بطريقة التمثيل الضوئى كما فى النباتات الخضراء ؛ ويتم ذلك بواسطة الكلوروفيل فى وجود الضوء . بالإضافة إلى ذلك ، تتغذى الوجلينا تغذية رمية ،



شكل ١٥ - ٦ : الأنتاسيا هسوليتكا . الأميا المتطفلة على الإنسان والتي تسبب مرض الدوسنتاريا الأميية . تنتشر الحويصلات عن طريق الغذاء وماء الشرب الملوث بالمواد البرازية (عن كليفلاند وساندرز ١٩٣٣) .

حيث تمتص المواد الغذائية المذابة في الماء الذي تعيش فيه . ترى اليوجلينا في مزارع غنية بالمحاليل الغذائية ، وهي تزدهر وتتكاثر بسرعة حتى في الضوء الضعيف أو في الظلام .

١١ - ١٥ التكاثـر

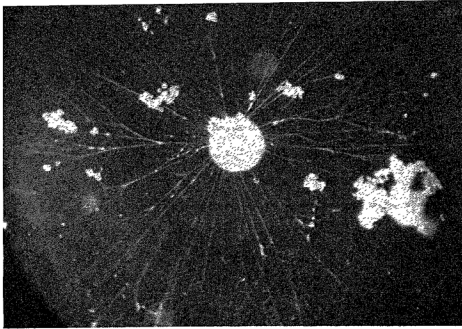
في المزارع النشطة ، تتكاثر اليوجلينا بصفة مستمرة بواسطة الانقسام الثنائي الطولي (شكل ١٥ - ٩) . تنقسم النواة إلى قسمين بالانقسام غير المباشر ، ثم يحدث إزدواج في العضيات الأمامية وهي السوط والحبيبة القاعدية والبلعوم الخلوي والخزان والبقعة العينية ، وفي النهاية ينشطر الحيوان طولياً إلى حيوانين . لليوجلينا أيضاً أطوار سائلة ، وذلك عندما تصبح عديمة الحركة وتفرز حويلاً حويصلة . قد تفقد اليوجلينا السوط وتتحوصل ثم تنقسم طولياً إلى حيوانين . قد ينقسم كل حيوان طولياً عدة مرات ، وينتج عن ذلك حويصلات تحتوي كل منها على أفراد عديدة ، يتراوح عددها من ١٦ إلى ٣٢ فرداً . يحدث التحوصل عند نقص الغذاء ، أو عندما تتعرض مزارع اليوجلينا لضوء قوي يؤدي إلى توقف عملية التمثيل الضوئي .

١٥ - ١٢ سوطيات أخرى

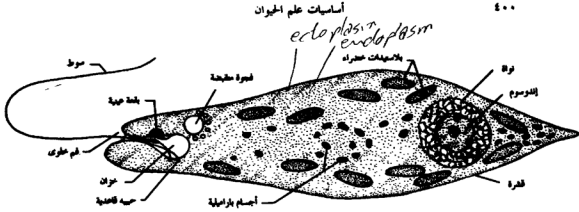
تعيش بعض أفراد أنواع السوطيات في البحار ، وهي تكوّن جزء هام من البلاكتون المجهرى ، ويطلق عليها إسم « مروج المحيطات » ، إذ تتغذى عليها يرقات القشريات وغيرها من الحيوانات الدقيقة . يعيش الجنويولاكس على شواطئ كاليفورنيا ، وهو يعتبر مصبر غذائي هام للرخويات ذوات المصراعين ، منها المحار البحري (ميتلوس) يُنتج هذا الحيوان السوطى مادة ، لا تسبب ضرراً للمحار ، لكنها قد تحدث تسمماً للإنسان عند أكله للمحار خاصة في فصل الصيف ؛ حيث يشكل هذا الحيوان الأولي الغذاء الرئيسي للمحار في هذا الفصل . وما يذكر ، أن أكثر من ٩٠٠

حالة مرضية و ٢٠٠ حالة وفاة سُجّلت في جميع أنحاء العالم خلال القرون الثلاثة الأخيرة . عندما يحدث إنفجار في أعداد الجونيولاكس (ما يربو على ٤٠,٠٠٠,٠٠٠ في المتر المكعب من الماء) ، تصطبغ مياه المد والجزر باللون الأحمر أثناء النهار ، أما ليلاً فتصبح المياه مضيئة . تشمل سوطيات المياه العذبة ، الفولفكس ، وهو يعيش في مستعمرات (شكل ١٥ - ١٠) . مستعمرة الفولفكس تنمو على شكل كرة مجوفة (قطرها ٥ , ٠ مم) مملوءة بهلام مائي ، وتكون أفرادها مطمورة في الجدار الهلامي الخارجى ، ويتراوح عددها من ٨٠٠٠ إلى ١٧,٠٠٠ ؛ هذه الأفراد عبارة عن خلايا دقيقة الحجم ؛ ويوجد بكل خلية نواة وفجوة متقبضة وبقعة عينية حمراء وبلاستيدات خضراء وسوطان . تتصل الأفراد المتجاورة ببعضها البعض بواسطة خيوط بروتوبلازمية ، تعمل هذه الخيوط على إيجاد ارتباط فيسيولوجى بين أفراد المستعمرة . تضرب جميع الأسواط معا في الماء بتناسق تام ، مما يؤدي إلى تحدرج المستعمرة في الماء .

تضم السوطيات العديد من الطفيليات التي تعيش في القناة الهضمية أو الدم لبعض الحيوانات ، منها ما يوجد أيضا داخل الخلايا اللبنة للأعشاب اللبنة . طفيليات الدم من جنس *الترينانوسوما* تسبب مرض النوم للإنسان في أفريقيا ؛ ينتقل المرض من إنسان لآخر بواسطة الذبابة المعروفة تسمى *الترينانوسوما كروزاي* تسبب مرض شاجس في أمريكا الوسطى والجنوبية ، وتنتقل العدوى بواسطة البق (*ترياتوما* ، *رودنيوس*) . الليشمانيا ، أحد طفيليات الدم وتسبب مرض الكالازار وأمراض أخرى وتنتقل العدوى بالاحتكاك المباشر أو بواسطة الذباب الماص للدم (*فليوبتومس*) .



شكل ١٥ - ٧ : فوراً مينيفرا بحرية (ألوجراميا لاتيكلوليس) لها قشرة مركزية مكونة من غرفة واحدة مغلفة بالبروتيولازم ، تظهر لها أهدأ أقدام كاذبة طويلة رفيعة (صورة من زاك م . أرنولد)

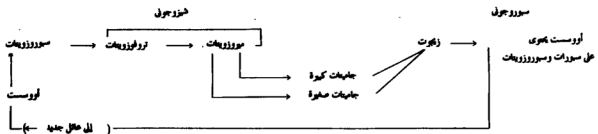


شكل ١٥ - ٨ : تركيب الوجلينا ، وهي حيوان سوطي حر المعيشة (طائفة السوطيات)

تعيش بعض السوطيات في أمعاء الفل الأبيض (رتبة هيرماستجيا) . يتغذى الفل الأبيض على الخشب ، لكنه لا يستطيع هضم مادة السليولوز ، لذلك تقوم السوطيات التي تعيش في أمعائه بعملية هضم السليولوز لنفسها ولعائلها ؛ ويعتبر ذلك من الأمثلة المميزة لتبادل المنفعة بين الحيوانات (فصل ١٢) .

تحت شعبة الجرثوميات

تضم الجربجاريات ، الكوكسيديا ، والميموسبيورديا ، إلخ .. الجرثوميات مجموعة كبيرة من الأوليات تعيش جميعها كطفيليات . لهذه الجرثوميات جسم خلوي بسيط ، كروي أو طويل ، يحتوي على نواة واحدة ، ولا توجد به أعضاء للحركة أو فجوة متقبضة . تتم الحركة في بعض الأنواع بواسطة التغير في شكل جسم الخلية . تمتص الجرثوميات غذاءها من العائل مباشرة (تغذية رمية) ، يتم التنفس والإخراج بالانتشار البسيط . تتكاثر معظم الجرثوميات بواسطة الإنقسام العددي اللانحس ، ويعرف بالشيزوجوني . تنقسم النواة إلى عدد كبير من الأنوية بالانقسام غير المباشر . تصبح الخلية عديدة الأنوية ، ثم ينقسم السيتوبلازم بعد ذلك . تتكون أيضاً جاميتات كبيرة وجاميتات صغيرة . يحدث اتحاد بين الجاميت الكبير والجاميت الصغير ليكونا الزيجوت . في أنواع عديدة ، يكون الزيجوت طوراً آخر هو الأوسست ، وذلك بعملية تعرف بالسبوروجوني ، في هذا الطور تنتقل الأفراد من عائل لآخر . فيما يلي دورة حياة نموذجية :



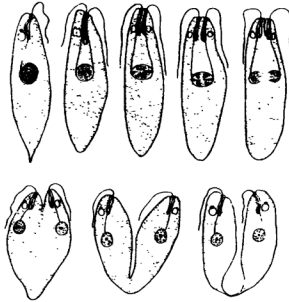
يحتمل أن تكون الجرثومات هي المجموعة الأوسع إنتشارا بين الطفيليات الحيوانية . تعيش الجرثومات المختلفة في حيوانات متنوعة من الأوليات إلى الثدييات ، وهي تتطفل في كل مكان في جسم المائل تقريبا ، من الخلايا إلى سوائل الجسم وتجاويفه . تعيش الجرثومات في القناة الهضمية أو الدم أو الكلية أو غيرها من الأعضاء . تصيب الملاريا الإنسان ، ومرض الكوكسيديا يصيب الدجاج والأرانب ، بالإضافة إلى أمراض أخرى تصيب الماشية ، وهذه أمثلة لأمراض خطيرة تسببها الجرثومات .

تتطفل الجريجارينات داخل الخلايا والتجاويف النسيجية للافقاريات . يعيش المونوسستس في الحويصلات المنوية للبوذة الأرض ، وهو من الأمثلة الشائعة للجرثومات . تشمل رتبة الكوكسيديا على طفيليات تعيش في الخلايا الطلائية للعديد من الفقاريات وبعض الافقاريات . بعض أنواع الكوكسيديا توجد في القناة الهضمية والأعضاء المتصلة بها . تسبب الكوكسيديا مرض الكوكسيديا ، وهو من الأمراض الخطيرة التي تصيب الدواجن والثدييات المستأنسة والبرية أيضا ، قد يؤدي هذا المرض إلى الموت . الأيمرياسيدي ، أحد أنواع الكوكسيديا ، وتنشئ في الأرانب بشكل وبائي عنيف . يمكن تجنب إنتشار هذا الوباء ، وذلك بأن تربي الأرانب في أقفاص منفصلة ، ويوضع الغذاء في أواني خاصة ، وفي الوقت نفسه يُراعى تنظيف الأقفاص بصفة دورية . بذلك ، يمكن الحد من إنتقال الطفيل من الحيوانات البالغة إلى الصغار .

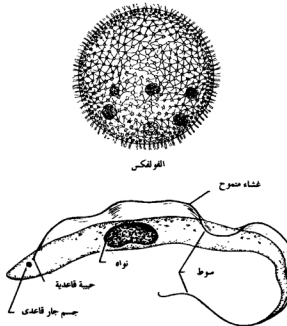
١٥ - ١٣ الملاريا

يعتبر البلازموديوم من أهم الجرثومات المألوفة ، وهو المسبب لمرض الملاريا (شكل ١٥ - ١١) . هذا المرض يعتبر أحد الكوارث التي تصيب الجنس البشري منذ العصور السحيقة ، وقد تسبب إصابات جسيمة ووفيات لا حصر لها ، خاصة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية . ينتقل الطفيل إلى الإنسان عن طريق إناث أنواع معينة من البعوض من جنس الأنوفيليس . عندما تخترق أجزاء فم البعوضة جلد الإنسان تمتص الدم ، تنتقل السيروزويتات المعدية من الغدد اللعابية للبعوضة إلى الجرح ، وهذه تجد طريقها إلى الأنسجة البطانية الشبكية التي تبطن الجيوب الكبدية ، حيث تتكاثر هناك .

بعد عدة أيام ، يهاجم كل سيروزويت كرية دم حمراء ، ويتحول إلى تروفوزويت أميبي الشكل ينمو مكونا شيزونت . يبدأ الشيزونت في الانقسام العديدي مكونا ميروزويتات يتراوح عددها من ٦ إلى ٣٦ ، حسب نوع البلازموديوم . تتفجر كريات الدم الحمراء ، وتنطلق منها الميروزويتات إلى بلازما الدم ، حيث تهاجم كريات دم حمراء أخرى ، وهكذا تتكرر الدورة . بعد عشرة أيام تقريبا ، تتزايد أعداد الطفيل بدرجة كبيرة ؛ وعند إنطلاقها جميعها في وقت واحد يصاب المريض بحالة قشعريرة تتبعها حالة حمى حادة ، نتيجة لخروج مواد سامة مع الطفيليات إلى تيار الدم . تحدث دورة القشعريرة والحمى على فترات متقطعة تتباين فيما بين أنواع الطفيل ؛ تحدث الدورة كل ٤٨ ساعة في



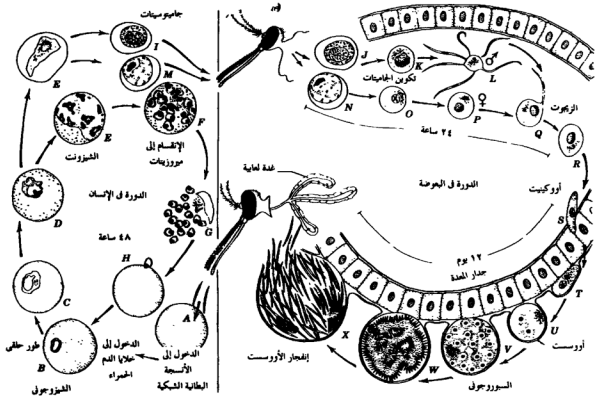
شكل ٩ - ١٥ : اليوجلينا فيريدس : مراحل في الإنقسام الطولي (محوره من تانريوتر ١٩٢٣)



شكل ١٥ - ١٠ : طائفة السوطيات . لأعلى الفولكس من السوطيات حرة المعيشة التي تكون مسعمرات ، وبها ستة مسعمرات بنوية (عن هايمان) لأسفل . التريانوسوما ، وهو طفيل في الدم

حالة حمى الملاريا الثلاثية الحميدة التي يسببها بلازموذيوم فيفاكس ، وكل ٧٢ ساعة في حالة حمى الملاريا الرباعية (في اليوم الرابع) ويسببها بلازموذيوم ماليري ، قد لا تحدث دورة أو تكون غير منتظمة في حالة حمى الملاريا الصيفية - الخريفية (الثلاثية الخبيثة) ويسببها بلازموذيوم فالسياروم ، في حالة البلازموذيوم أوفالي ، تستغرق الدورة ٤٨ ساعة ، وتحدث حمى ضعيفة تنتهي خلال خمسة عشر يوما .

بعد أن تتكرر دورة الشيذوجوني ، تتحول بعض المروزويتات إلى جاميتوسيتات ، وهذه الأطوار تبقى دون تغير في الإنسان . عندما تمتص أنثى بعوضة الأنوفيليس دم إنسان مصاب بالملاريا ، تنتقل الجاميتوسيتات إلى القناة الهضمية للبعوضة ؛ وهناك ، تتحول الجاميتوسيتات المؤنثة إلى جاميت كبيرة ، أما الجاميتوسيتات الذكورة فإنها تنقسم إلى جاميتات صغيرة شبيهة بالحيوانات المنوية ، يتراوح



شكل ١٥ - ١١ : دورة حياة البلازموذيوم فيفاكس (تحت شعبة الجرثومات) . طفيل الملاريا الثلاثي في الإنسان وبعوضة الأنوفيليس . تحقن السيروزويتات (أ) عندما تلدغ البعوضة الإنسان ، تنتقل هذه السيروزويتات إلى خلايا الجيوب الكبدية حيث تتكاثر هناك لاجنسيا (شيذوجوني) . تنتقل المروزويتات الناقمة بعد ذلك إلى خلايا الدم الحمراء حيث تعيد الدورة (ب - ج) . تتكون الجاميتوسيتات بعد ذلك (د ، هـ) ، وبعد إنتقالها إلى البعوضة أثناء اللدغ تتحول إلى جاميتات في المعدة (و - ز ، ح) . تتحول الزيجونات (ز - ح) على جدار المعى من الخارج وتكون الأووستات (ث) . التي تتكاثر لاجنسيا (سيوروجوني) . تنتج سيوروزويتات عديدة لغزو الغدد اللعابية (ش - ض) .

عددها من ستة إلى ثمانية جاميتات . يحدث اندماج بين جاميت كبيرة وجاميت صغيرة ، وينتج من ذلك الزيجوت . يزداد الزيجوت في الطول مكونا الأووكتيت البدوي الشكل ؛ يخترق الأووكتيت جدار القناة الهضمية ويتخذ لنفسه موضعاً أسفل الغشاء المحيط بالقناة الهضمية . يختص هذا الطور غذاءه من البعوضة ويكبر في الحجم ويتحول إلى أووسست مستدير . قد يوجد بالبعوضة الواحدة من ٥٠ إلى ٥٠٠ أووسست . بعد ستة أو سبعة أيام ، تنقسم محتويات الأوووسست مكونة آلاف من السبوروزويتات الرفيعة (عملية تكوين السبورات) . تنفجر الحويصلات بعد ذلك وتخرج منها السبوروزويتات إلى تجاويف الجسم ، العديد منها يصل إلى الغدد اللعابية وتبقى هناك إلى أن تنتقل إلى المائل الآخر وهو الإنسان . تستغرق الدورة الجنسية في البعوضة من ٧ إلى ١٩ يوماً ، بعدها تصبح البعوضة معدية .

عندما يصاب الإنسان بالملاريا ، فإن أعراضها الحادة تستمر لعدة أيام أو أسابيع عادة ، ثم تتحسر بعد ذلك نتيجة لتكون مناعة في الجسم ضد المرض ، لكن قد تحدث إنتكاسات على فترات غير منتظمة . تزول العلوى بمرور الوقت لدى العديد من الأشخاص ، ولكنها قد تستمر وتسبب أضراراً لبعض الأعضاء ، أو قد تؤدي إلى الموت . يُعالج مرضى الملاريا بالكلوروكين أو بعقاقير أخرى . الأصحاء الذين يعيشون في مناطق موبوءة بالملاريا ، غالباً ما يتناولون جرعات صغيرة من الداربريم أو الكلوروكين كنوع من الوقاية . وقد أصبح من الممكن الحد من إنتشار الملاريا أو من السيطرة عليها في المناطق المختلفة ، وذلك باتباع الآتي : (١) العلاج الفوري للمصابين ؛ (٢) تزويد أماكن الإقامة بستائر واقية لمنع دخول البعوض ؛ (٣) تحفيف المسطحات المائية التي تربي بها يرقات البعوض ، أو رشها بمبيد لقتل اليرقات . يُرى الآن في هذه المسطحات المائية نوع خاص من الأسماك يعرف بسمك البعوض (جامبوزيا أفينيس) الذي يتغذى على يرقات وغازى البعوض . ونتيجة للخطط العلمية المدروسة للقائمين بشئون الصحة العامة ، أمكن القضاء نهائياً على الملاريا في مناطق شاسعة من العالم كانت الملاريا فيما مضى من الأمراض المتوطنة فيها .

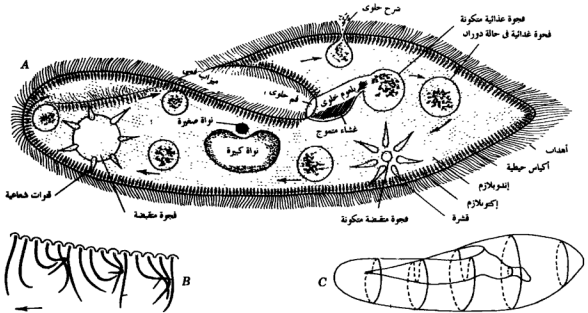
تحت شعبة النيدوسبورا (النيدوسبوريدات)

في هذه المجموعة ، تحمل السبورات خيط قطبي واحد أو أكثر . الحيوان الميكسوسبوريدى النموذجي له محفظتان قطبيتان ، تحمل كل منهما خيط ملتف ؛ معظم حيوانات هذه المجموعة تتطفل على الأسماك . الحيوان الميكروسبوريدى له خيط قطبي واحد ، وهو أنبوي طويل ؛ هذه المجموعة تتطفل على العديد من اللافقاريات والفقاريات ذوات الدم البارد . التوزيما قام بدراستها لويس باستير ، وهي تسبب مرض البرين الذى يصيب ديدان القرز ، ومرض آخر يصيب نحل العسل .

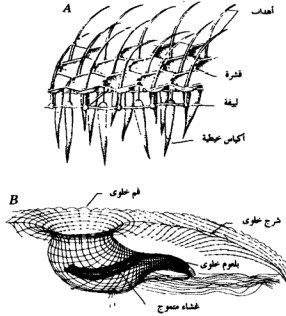
تحت شعبة الهدديات (الهدديات أو النقيعات)

تحمل هذه الهدديات أهداباً طوال حياتها ، تستعمل في الحركة وفي الحصول على غذاء ؛ للهدديات نوعان من الأنوية . تعد الهدديات من أرق الأوليات وأكثرها تخصصاً ، إذ يوجد بها عضيات متنوعة تقوم بوظائف حيوية معينة . لذلك تتميز الهدديات بنظام التخصص الوظيفي أو تقسيم العمل بين الأجزاء المختلفة للحيوان ، وهي بذلك تضاهي الحيوانات عديدة الخلايا من حيث التخصص الوظيفي بين أجهزة الجسم المختلفة . تعيش الهدديات في المياه العذبة والمالحة ، العديد منها حر المعيشة ، البعض يعيش بمعيشة تكافلية أو متطفلة ، وهناك أنواع قليلة تكوّن مستعمرات .

البراميسيوم (شكل ١٥ - ١٢) حيوان هدي شائع في المياه العذبة ، من الملاحظ أنه يحتوي على مواد خضرية متحللة ، وهو يتكاثر بسرعة في المعمل عند تربيته في نقيع من التبن أو حبات القمح المغلى في الماء . فيما يلي ستقتصر الدراسة على البراميسيوم كوداتوم .



شكل ١٥ - ١٢ : تركيب البراميسيوم كوداتوم . وهو من هديات المياه العذبة (تحت شعبة الهدديات) . الطول من ١٥٠ - ٣٠٠ ميكرون . (أ) الحيوان كامل . خطوط القبط تين صفوف الأهداب على السطح . تبين الأسهم مسار الفجوات الغذائية في الإندوبلازم . (ب) رسم مكبر لبعض الأهداب مبينا الحركة في موجات منتظمة التي تدفع البراميسيوم للأمام (إلى اليسار) . (ج) رسم تخطيطي لشكل الجسم (مقاطعات عرضية) في أماكن مختلفة بطول الجسم .



شكل ١٥ - ١٣ : براميسوم ملتيميكر ونيوكلياتوم (أ) تركيب القشرة والعصيات المتعلقة بها (ب) الجهاز الحركي العصبي في جزء من جسم الخلية (عن لوند ١٩٣٥) .

١٥ - ١٤ التركيب

الجسم مستطيل ؛ طرفه الأمامي ، أو الذى يتحرك للأمام ، مستدير قليلا ؛ الطرف الخلفى مدبب ؛ الجسم منبسط بعد المنتصف . يحاط الجسم بغشاء خارجى مرن يعرف بالقشرة ، وهو مزود بأهداب دقيقة مرتبة فى صفوف طولية ؛ هذه الأهداب موحدة الطول ، فيما عدا الخصلة الذيلية الخلفية ، حيث أن أهدابها أطول . توجد محتويات الخلية بداخل القشرة ؛ وكما فى الأميبا ؛ تتكون من طبقة خارجية رقيقة شفافة كثيفة ؛ الإكتوبلازم ؛ يحيط بالكتلة الأكبر ، الإندوبلازم ، وهى محبة وسائلية . يحتوى الإكتوبلازم على تركيبات مغزلية الشكل تعرف بالأكياس الخيطية ، وهى متبادلة مع قواعد الأهداب . يمكن لهذه الأكياس الخيطية أن تنطلق خارج الجسم على شكل خيوط طويلة ، وهذه قد تساعد الحيوان على الالتصاق أو تعمل على حماية . يوجد بالطرف الأمامى للحيوان إنخفاض ضحل يمتد مائلا للخلف تجاه السطح السفلى أو القمى إلى منتصف الجسم تقريبا ، يعرف بالميزاب القمى . يقع الفم الخلوى عند الطرف الخلفى للميزاب الخلفى . يفتح الفم الخلوى فى مزرد أنبوى قصير هو البلعوم الخلوى ، ينتهى فى الإندوبلازم . تندمج الأهداب فى منطقة البلعوم الخلوى لتكون شريطين كثيفين يمتدان طوليا يعرفان باسم الغشاء المتموج . يوجد على أحد جانبيه الجسم خلف البلعوم الخلوى مباشرة الشرح الخلوى ، وهو مؤقت ، ويظهر فقط عندما تُطرد البقايا خارج الجسم . يحتوى الإندوبلازم على فجوات غذائية متباينة الأحجام ، بها مواد غذائية يجرى هضمها . يوجد عند كل طرف من طرفى الجسم فجوة متقبضة رافعة كبيرة ، كما توجد نواتان ، نواة صغيرة مستديرة ونواة كبيرة تحيط جزئيا بالنواة الصغيرة .

يمكن تحضير عينات من البراميسيوم وهدييات أخرى مشابهة بطرق خاصة (بالبحرورين أو أملاح الفضة) . عند فحص هذه العينات بقوة تكبير عالية ، تظهر القشرة مكونة من حفر سداسية المخافة ، يبرز هذب من منتصف كل حفرة . يمتد كل هذب أسفل القشرة حيث ينتهي بحبيبة قاعدية . تتصل الحبيبات القاعدية ببعضها بواسطة ليفات طويلة . معظم الهدييات يوجد بها ليفات عرضية وطولية (شكل ١٥ - ١٣ أ) . تكون الحبيبات القاعدية والليفات الجهاز الليفي ، ويعتقد أنه ينظم حركة الأهداب . توجد في بعض الهدييات مثل الستور والفوريسلا ليفات متقبضة (الخيوط العضلية) ، ولكن لا توجد هذه الخيوط في البراميسيوم .

١٥ - ١٥ الحركة

تضرب الأهداب في الماء للخلف ، وبذلك يندفع البراميسيوم للأمام ؛ ولأن هذه الضربات تكون مائلة ، لذلك يدور الحيوان حول محوره الطولى . ضربات أهداب الميزاب القمى تكون عادة أكثر قوة من ضربات باقى الأهداب ، لذلك يلاحظ أثناء الحركة أن الطرف الأمامى يميل إلى الانحراف تجاه الناحية اللافمية . يتحرك البراميسيوم للأمام في مسار حلزوى ، ضد اتجاه عقارب الساعة إذا ما نُظر إليه من الخلف . لذلك ، يمكن للحيوان عديم التماثل أن يتحرك في مسار مستقيم . يستطيع البراميسيوم أن يسير للخلف ، وذلك بأن يعكس ضربات الأهداب ، كما في مسار الدوران . إذا صادف البراميسيوم مؤثر كيميائى غير ملائم أثناء سيره للأمام ، فإنه يودى سلوكاً تنبئياً (شكل ١٥ - ١٤) ، إذ يعكس الحيوان حركة الأهداب ويسير للخلف قليلاً ثم يدور في مسار مغروطى ، وذلك بأن يميل بالطرف الأمامى تجاه الناحية اللافمية بينما يكون مركزاً على الطرف الخلفى . في الوقت نفسه ، تدفع أهداب الميزاب القمى بعينات من الماء أمام الحيوان مباشرة ؛ عندما يزول المؤثر غير الملائم من الماء ، يعاود الحيوان سيره للإمام . يسلك الحيوان نفس الطريقة إذا ما اعترض مساره عائق صلب ؛ يعود الحيوان للخلف ثم يقوم بحركة دوران ، ويتابع بعد ذلك سيره للأمام . قد يعيد الحيوان نفس السلوك إذا ما اقتضت الضرورة ، إلى أن يصبح الطريق خالى أمامه .

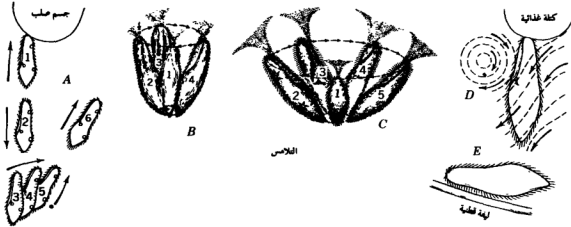
١٥ - ١٦ التغذية والهضم

يتغذى البراميسيوم على البكتيريا ، الحيوانات الأولية الصغيرة ، الطحالب ، والخمائر . الحركة الدائمة لأهداب الميزاب القمى تدفع تياراً من الماء الحامل بالغذاء تجاه الفم الخلوى ؛ تتجمع المواد الغذائية في فجوة مائية عند الطرف الخلفى للبلعوم الخلوى . عندما تصل هذه الفجوة إلى حجم معين ، فإنها تنفصل عن نهاية البلعوم الخلوى ؛ تبدأ الفجوة بعد ذلك في الدوران في الإندوبلازم على شكل فجوة غذائية . يتعاقب تكوين الفجوات الغذائية من نفس المكان . الحركة الدائمة للإندوبلازم تدفع بالفجوات الغذائية في مسار محدد ، تتحرك الفجوة الغذائية للخلف ثم للأمام ثم إلى الساحة اللافمية ، تعود الفجوة بعد ذلك للخلف إلى مكان قريب من الميزاب القمى . يكون الوسط

في الفجوات الغذائية حامضيا في بادئ الأمر ، ثم يتحول بعد ذلك تدريجيا إلى أن يصبح قلويا ؛ يمكن توضيح ذلك باستخدام أحمر الكونغو أو أى كشاف صبغى آخر . يتم هضم المواد الغذائية بواسطة الإنزيمات التى يفرزها الإندوبلازم ، كما فى الأميبا . تمتص المواد المهضومة بواسطة البروتوبلازم المحيط ؛ المواد الممتصة قد تحتزن أو تستخدم فى العمليات الحيوية والنمو . يقل حجم الفجوات الغذائية تدريجياً ، أما البقايا غير المهضومة فإنها تطرح للخارج عن طريق الشرج الخلوى .

١٥ - ١٧ التنفس والإخراج

يتم التنفس بالإنتشار ، كما فى الأميبا . تقوم الفجوات المتقبضة بتنظيم المحتوى المائى للجسم ، كما أنها قد تساعد فى عملية الإخراج . يتم تجميع الماء فى السيتوبلازم بواسطة قنوات شعاعية يتراوح عددها من ٦ إلى ١١ ، يُدفع الماء بعد ذلك إلى الفجوة المستديرة . عندما تصل هذه الفجوة إلى حجم معين ، فإنها تقوم بطرد ما بها من ماء إلى الخارج . تنقبض الفجوتان بالتبادل على فترات تتراوح من ١٠ إلى ٢٠ ثانية .



شكل ١٥ - ١٤ : بعض الإستجابات للمس فى الراميسيوم . إستجابة سلبية أو تنجية ؛ (أ) أوضاع متتالية (١ - ٦) عند تجنب جسم صلب ؛ الدوران حول المحور الطولى غير ميين (ب) إستجابة ضعيفة ، يتحرك الطرف الأمامى فى دائرة صغيرة . (ج) إستجابة قوية : الحركة فى دائرة كبيرة . إستجابة إيجابية : (د) عند الراحة مقابل كتلة غذائية ، تبتن الأسمم حركة الماء التى تحلها الأهداب . (هـ) حيوان مسطر على لفة قطعية الأهداب الملامسة لا تتحرك (عن جينجنز ، سلوك الكائنات الدنيا ، مطبعة جامعة كولومبيا) .

١٥ - ١٨ . السلوك .

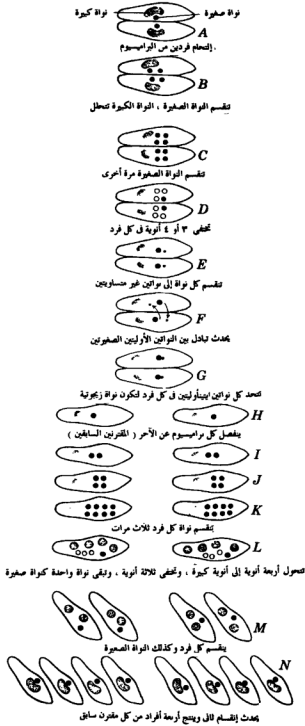
أجريت بعض الدراسات على استجابة البراميسيوم لمؤثرات متنوعة وقد تضمنت تلك الدراسات سلوك التجنب وتجمع الأفراد وتفرقها في أحواض التربة . تكون الاستجابة موجبة إذا تحرك الحيوان تجاه المؤثر ، وسالبة إذا تحرك بعيدا عن المؤثر . يستجيب الحيوان للمؤثر الضار بسلوك التجنب ، ومحاولة إيجاد وسيلة للهروب منه . يعتمد سلوك الحيوان أساساً على التجربة والخطأ . تتباين الاستجابة للمس في البراميسيوم ؛ إذا لمس الطرف الأمامي للحيوان لمساً طفيفاً ، تحدث إستجابة تجنب قوية ، لكن قد لا تحدث إستجابة إذا لمس الجسم في أى موضع آخر . تكون استجابة الحيوان إيجابية عند لمسه أى شيء يمكن أن يستقر عليه ، وتعد هذه الاستجابة تكيف ناجح للحيوان ، لأن الكائنات الغذائية تكثر بالقرب من الطحالب وسيقان النباتات . يتحرك البراميسيوم في الماء بحثاً عن درجة الحرارة المثلى التى تتراوح ما بين ٢٤ و ٢٨ م . استجابة الحيوان للجاذبية تكون سلبية عادة ، إذ تتجمع الحيوانات عند سطح الماء في أحواض التربية العميقة وأطرافها الأمامية لأعلى . إذا وضعت حيوانات البراميسيوم في تيار ماء هادئ ، فإنه يلاحظ أنها تواجه التيار بأطرافها الأمامية . أيضاً عند تعرض هذه الحيوانات لتيار كهربائى مباشر ، فإنها تتحرك للإمام تجاه القطب السالب ، يستجيب البراميسيوم سلبيا لمعظم المواد الكيميائية . إذا وضعت قطرة من محلول ملحي تركيزه ٠,٥ ٪ بين أفراد مجموعة من البراميسيوم ، يُلاحظ أنها تستجيب بتجنب قطره المحلول الملحي . يستجيب البراميسيوم إيجابياً للأحماض ، حتى لو كان تركيزها قوى بدرجة تكفى لقتل الحيوان .

من المعتقد أن الأكياس الحيطية للبراميسيوم وبعض الهدبيات الأخرى عبارة عن عضيات تقوم بوظيفة الحماية من الأعداء ، ولكن لوحظ أنها نادرا ما تحمي الحيوان من أعدائه بعد إطلاقها .

١٥ - ١٩ التكاثر

يتكاثر البراميسيوم بالانقسام الثنائى ، يتخلله من حين لآخر تكاثر بالاقتران والتزاوج الذاتي (نوعين من إعادة التنظيم النووى) .

الانقسام الثنائى (شكل ١٠ - ١) . تنقسم النواة الصغيرة إلى نواتين صغيرتين بواسطة الانقسام غير المباشر ، وتوجه كل نواة إلى أحد طرفي الجسم ؛ تنقسم النواة الكبيرة أيضا عرضيا إلى نواتين بالانقسام المباشر . يتكون في الحيوان بلعوم آخر ، وكذلك فجواتان متقبضتان جديدتان يتخصص السيتوبلازم في المنتصف ثم ينقسم إلى جزئين . يتكون في النهاية حيوانان صغيران ، يوجد بكل منهما مجموعة كاملة من العضيات . يكبر الحيوانان في الحجم ، ولا يبدأ كل منهما في الانقسام إلا بعد أن يصل إلى الحجم العادى . تستغرق عملية الانقسام الثنائى ساعتين تقريبا ؛ قد تتكرر هذه العملية يوميا من مرة واحدة إلى أربع مرات ، وينتج عنها أفراد يتراوح عددهم من ٢ إلى ١٦ فردا مجموعة الحيوانات التى تنتج من تكاثر فرد واحد تعرف بالنسل اللاجنسى . قد ينتج في العام الواحد



شكل ١٥ - ١٥ : رسم تخطيطي للإقتران في البراميسيوم كوداتوم

ما يزيد على ٦٠٠ جيل . يعتمد معدل التكاثر على الظروف البيئية الخارجية كالغذاء ودرجة الحرارة وعمر المرنى وكثافة الأفراد ، بالإضافة إلى بعض العوامل الداخلية الوراثية والفسيولوجية .

١٥ - ٢٠ الإقتران .

يحدث من حين لآخر في البراميسيوم وهديبات أخرى أن تتحد الأفراد في أزواج إتحاداً مؤقتاً ، ويتم تبادل الأنوية الصغيرة بين الفردين المتحدين ، ويعرف هذا بالإقتران . يلتصق فردان ببعضهما البعض من جهة السطحين القميين ، ثم تتكون وصلة بروتوبلازمية بينهما . يستمر الفردان في السباحة أثناء هذه العملية . تحدث بعد ذلك سلسلة من التغيرات النووية في كل فرد (شكل ١٥ - ١٥) .

من الملاحظ أن الفردين المقترنين ينتميان إلى نوعين تزاوجيين مختلفين (١ ، ٢) ؛ ولا يعتبر هذان النوعان جنسين (ذكرى وأنثوى) ، لكن الذى يحدث هنا هو أن أفراداً من نوع تزاوجي تقترن مع أفراد من نوع مقابل . عملية التزاوج الدائى تعتبر عملية إعادة تنظيم للمادة النووية ، وهى تشبه عملية الإقتران إلا أنها لا تحدث إلا في فرد واحد فقط .

١٥ - ٢١ هدييات أخرى

عند فحص فطرة ماء من بيئة مائية غذبة أو نصف ملحة ، أو ملحة ، فإننا سوف نشاهد نوعاً أو أكثر من الهديبات ، يدل هذا على مدى إنتشار هذه الأوليات . بعض أنواع الهديبات المستقلة (فوريسللا ، مستتور) والتي تكوّن مستعمرات (زوفامنيوم) لها قوائم تلتصق بها . بالإضافة إلى الأنواع التى تعيش حرة ، هناك بعض الأنواع الفريدة التى تعيش في قولون وأعور الحصان ، وفي الكرش والشبكية لمعدة الحيوانات المجترة ، وهذه الأنواع يبلغ عددها من ٥٠٠,٠٠٠ إلى ١,٠٠٠,٠٠٠ لكل ملليمتر مكعب من محتويات القناة الهضمية . القليل من الهديبات يعيش متطفلاً مثل البلانتيديوم كولاى ، ويوجد في أمعاء الخنازير ، ونادراً في الإنسان .

مراجعة

- ١ - لماذا وضعت الأوليات في عالم مستقل ؟ ما هي الميزات الرئيسية لها ؟
- ٢ - صف تركيب الأميبا . أشرح وظيفة كل جزء .
- ٣ - ماهي الحركة الأميبية ؟
- ٤ - لا توجد أعضاء محددة بالأميبا ، مع ذلك تم عمليات التغذية والتنفس والإخراج ، كيف ؟
- ٥ - ما هي أوجه الاختلاف بين الأميبا وحيوان سوطي ؟
- ٦ - ما هي أنواع التغذية في السوطيات ؟
- ٧ - إشرح ظاهرة « المد والجزر الأحمر » في المحيطات . أذكر بعض الأمراض الهامة التي تسببها السوطيات .
- ٨ - ماهي أوجه الاختلاف بين الجراثيميات والأنواع الأخرى من الأوليات ؟
- ٩ - إشرح دورة حياة طفيل الملاريا ، ثم أوضح كيف يمكن الحد من انتشار المرض في الأماكن المختلفة .
- ١٠ - يعتبر البراميسيوم أكثر تعقيداً من الأميبا . إشرح ذلك .
- ١١ - أكتب ما تعرفه عن التغذية والهضم في البراميسيوم
- ١٢ - قارن بين الطريقتين الرئيسيتين للتكاثر في البراميسيوم .

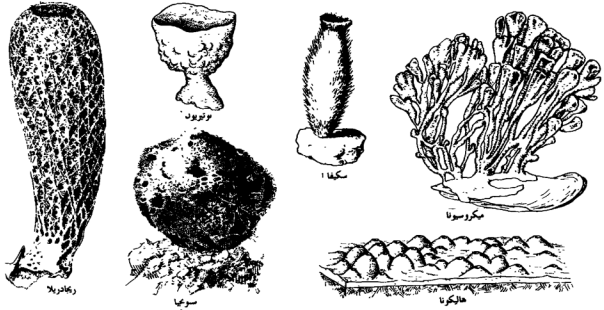
الفصل السادس عشر

الأسفنجيات واللاسعات شعبة الأسفنجيات

الأسفنج من الحيوانات عديدة الخلايا ، عديمة الحركة ، ومعظمها يتخذ شكل النبات . تشتمل هذه الشعبة على أشكال متباينة ، منها ما يوجد على شكل قشرة مفلطحة رقيقة ، ومنها ما يتخذ الشكل الصولجاني أو الكروي ، البعض يتفرع ، أيضا هناك أنواع غير منتظمة الشكل . تتباين أيضا أحجام الأنواع المختلفة ، إذ تتراوح أقطارها من ١ مم إلى ١,٨ متر (٦ أقدام) . تختلف أنواع الأسفنج من الرمادي أو الداكن إلى الأحمر اللامع أو الأصفر أو الأزرق أو الأسود . الأسفنجيات جميعها تعيش في الماء ، وهي تلتصق بالصخور أو الأصداف أو أى أشياء أخرى صلبة . معظم الأسفنجيات بحرية ، وتنتشر من مناطق المد والجزر إلى أعماق تصل إلى ٧,٣ كيلو متر (٤,٥ ميل) ؛ وهناك فصيلة واحدة تعيش في الماء العذب . تعرف الإسفنجيات أيضاً بالمساميات ، وقد إشتق هذا الاسم من الجسم المثقب (المسامي) للإسفنجيات ، إذ يوجد على سطح الجسم العديد من الثقوب . إسفنج الحمام الذى يستعمله الإنسان هو الهيكل المرن لبعض أنواع الإسفنج البحرية ، أزيل منها البروتوبلازم الحى (أشكال ١٦ - ١ ، ١٦ - ٢) .

١٦ - ١ . الخصائص

- ١ - الحيوانات ذات تماثل شعاعى أو عديمة التماثل ؛ عديدة الخلايا ؛ تترتب الخلايا بطريقة غير مكتملة إلى أنسجة ، ويوجد بينها الميزينكيما .
- ٢ - يوجد بالجسم ثقب عديدة وقنوات أو غرف يمر بها تياراً من الماء ، لا توجد أطراف أو أجزاء متحركة أو أعضاء .
- ٣ - بعض الأسطح الداخلية أو جميعها مبطنة بخلايا طوقية سوطية (خلايا مطوقة) ؛ الهضم يتم داخل الخلايا .
- ٤ - يوجد عادة هيكل داخلى يتركب من قضبان (شويكات) دقيقة للملوية الشكل ، أو من



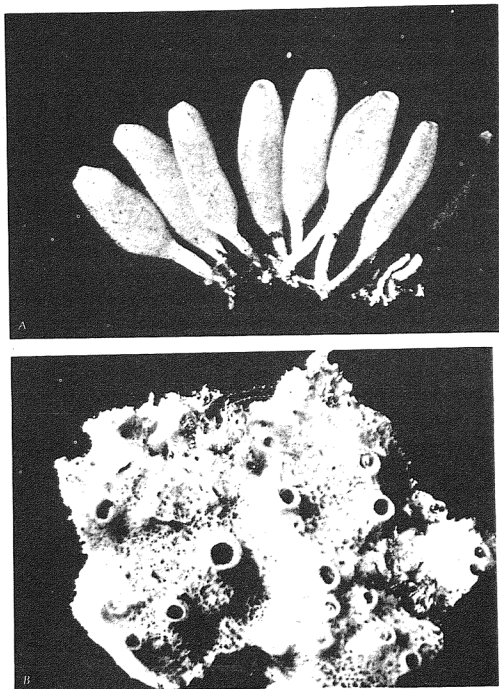
شكل ١٦ - ١ : أمثلة للإسفنجيات . طائفة الجربيات : سكيفا (ميكون ، جراتيا) . طائفة سداسيات الأشواك : ريجادريلا ، الإسفنج الزجاجي : طائفة الديوسبونجيا ، بوتريون ، كأس نبون ؛ سوبنجا (يوسونجا) إسفنج الحمام ؛ ميكروسونا ، هاليكونا Haliciona الإسفنج القشرى . (ريجادريلا وسكيفا عن لانكستر ، دراسة في علم الحيوان ، أ و ج بلوك)

ألياف عضوية غير منتظمة ، أو من كليهما .

٥ - التكاثر لا جنسى (بالتبرعم أو بالدريرات) و جنسى (بالبيض والحيوانات المنوية) ؛ اليرقات مهدبة حرة السباحة .

تشابه الإسفنجيات مع بعض الأوليات التي تعيش في مستعمرات ، وذلك في أن لها خلايا مطوقة بسيطة وهضم داخل الخلايا ؛ في حين أنها تختلف عن معظم الحيوانات عديدة الخلايا ، إذ لا يوجد بها أعضاء ، والخلايا مرتبة بطريقة غير مكتملة إلى أنسجة ، وأيضاً من الصعب تمييز الأفراد في الإسفنج المركب .

وقد وضعت الإسفنجيات في قسم مستقل هو البارازوا (بارا = يجوار) ، ويدل ذلك على أنها لا تعتبر في خط التطور المباشر بين الحيوانات وحيدة الخلية وعديدة الخلايا .



شكل ١٦ ٢ : إسفنجيات (أ) رابوديرميلا ، شعبة الجربريات (ب) أدوسيا ، شعبة الديثوسونجيا (إهداء من جاري ماكdonald)

١٦ - الأسفنجيات البسيطة (أشكال ١٦ - ٣ ، ١٦ - ٤) .

الليوكوسولينا حيوان إسفنجى صغير بحرى ، يعيش في المياه الضحلة ، وهو يتحرك من مجموعة من الأنابيب الرفيعة الصولجانية الشكل التي تتحد عند القاعدة بواسطة أنابيب أفقية غير منتظمة . الجزء القائم عبارة عن كيس رقيق الجدار يحتوى على تجويف مركزى يعرف بالتجويف الأسفنجى ، له فتحة واحدة كبيرة عند القمة هى الفوهة . يتحرك الجدار من : (١) بشرة خارجية مكونة من خلايا مفلطحة رقيقة ، (٢) بطانة داخلية متصلة مكونة من خلايا طوقية سوطية أو خلايا مطوقة ، وهى خلايا سائبة تكاد تلامس بعضها البعض ، (٢) ميزنكيما هلامية ، وتوجد بين الطبقتين الخلويتين ، تحوى الميزنكيما على (٤) خلايا سائبة تعرف بالخلايا الأميبية . وهى متنوعة ، (٥) شويكات بللورية الشكل مكونة من كربونات الكالسيوم ، بعض الشويكات لها شكل قضبان رفيعة ، البعض الآخر ثلاثى أو رباعى الأشعة . توجد ثقب مجهرية في الجدار تعرف بالثغور ، تمتد من السطح الخارجى إلى التجويف الداخلى ؛ كل ثقب عبارة عن قناة تمتد في خلية أنبوبية تعرف بالخلية الثقبية ، وتوجد في البشرة . الخلية المطوقة لها لها جسم خلوى مستدير أو يضاوى يقع على الميزنكيما ، ويحمل الطرف الداخلى السائب للخلية طوقا متقبضا شفافا يحيط بقاعدة سوط طويل (شكل ١٦ - ٣ و) . الخلايا الثقبية يمكنها أن تفتح وتُغلق ، والخلايا الأميبية تستطيع الحركة بحرية في الميزنكيما المائية أو الهلامية . تتحرك أسواط الخلايا المطوقة فتحدث تياراً دائماً من الماء ، يدخل من الثغور إلى التجويف المركزى ، ثم يخرج من الفوهة . يدخل الأوكسجين والغذاء مع تيار الماء ، الذى يحمل عند خروجه المواد الإخراجية . يتكون الغذاء من حيوانات ونباتات مجهرية وأجزاء عضوية مختلفة . تقتنص الخلايا المطوقة الغذاء ثم تهضمه ، وقد ينتقل الغذاء إلى الخلايا الأميبية . لا يوجد لهذا الحيوان أعضاء حسية خاصة أو خلايا عصبية ، ويُعتقد أن المؤثرات تنتقل ببطء من خلية لأخرى . الأسفنج بصفة عامة ، ليس له القدرة على الحركة أو الانقباض إلا بدرجة بسيطة جداً .

١٦ - ٣ أسفنجيات أخرى

سكيفا كان يعرف سابقا باسم سيكون أو جراتنيا (حيوان إسفنجى نحيف الجسم ؛ توجد بمحار الجسم ثنيات تكوّن قنوات أفقية قصيرة عديدة : (١) قنوات شبيهة بفتحة للخارج بثقوب صغيرة (ثغور) وتنتهى مسدودة من الداخل ، (٢) قنوات شعاعية ، مسدودة من أطرافها الخارجية ، وتفتح في التجويف الإسفنجى المركزى بثقوب دقيقة هى الثقوب الزفيرية . تتصل القنوات الشبيهة بالشعاعية مع بعضها بواسطة قنوات صغيرة تعرف بالثقوب الأصلية . يُغطي السطح الخارجى للجسم بطلاية أدمية رقيقة ، أما التجويف الإسفنجى فهو مبطّن بالطلاية المعدية ، والقنوات الشعاعية تبطنها الخلايا المطوقة . هذه القنوات العديدة تؤدى إلى زيادة كبيرة في مساحة السطح

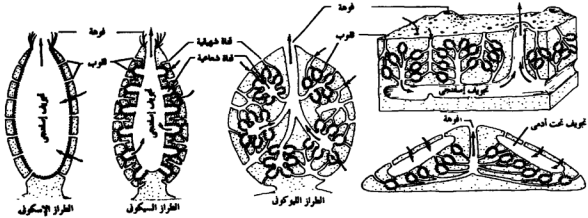
الخارجي المعرض للماء . يوجد بين الطبقات ميزنكيما هلامية تحتوى على خلايا أميبية . تبرز حول الفوهة شويكات دعامية وهى طويلة ومستقيمة ، كما توجد أيضا شويكات قصيرة مستقيمة حول الثغور . هناك أنواع أخرى من الشويكات ناحية التجويف الأسفنجى لها شكل 1 ، وشويكات ثلاثية التفرع في جدار الجسم . تبرز أيضا على سطح الجسم شويكات مستقيمة تعطى الجسم مظهراً خشناً .

هناك أيضا أسفنجيات أخرى لها قنوات متفرعة معقدة ، والخلايا المطوقة توجد في غرف كروية (شكل ١٦ - ٥) . توجد بالجيريئات (ليوكوسوليا ، سكيفا ، إلخ) شويكات جيرية ، بعض الأسفنجيات لها شويكات سيليكية . العديد من الشويكات معقدة التركيب ، وفي الإسفنجيات الزجاجية التى تعيش في الأعماق البعيدة (سداسيات الأشواك) تلتنح الشويكات مكونة هيكلًا . يوجد بأسفنج الحمام وغيره ألياف متشابكة غير منتظمة دقيقة من الإسفنجين ، وهى مادة بروتينية تحتوى على الكبريت وخاملة كيميائيا . تُفرز الشويكات والألياف من خلايا أميبية خاصة تعرف بالخلايا الهيكلية ، توجد في الميزنكيما . بعض أنواع الأسفنجيات تعيش في المياه العذبة ، في البحيرات أو المجارى المائية ، وهى توجد على شكل خصلات أو كتل صغيرة ملتصقة بالصخور أو الأحجار أو النباتات ؛ وتباين ألوانها من الأصفر أو البنى إلى الأخضر ، ويرجع اللون الأخضر إلى طحالب توجد داخل الأسفنج .

١٦ - ٤ التكاثر

يتميز الأسفنج بقدرته على تعويض ما يفقده الجسم من أجزاء نتيجة للإصابة وتعرف هذه الظاهرة بالتجدد . تتكاثر أنواع عديدة من الأسفنج بطريقة التبرعم ، قد تنفصل البراعم عن الإسفنج الأصل وتكون أفراداً جديدة ، وقد تبقى ملتصقة مما يؤدي إلى زيادة في حجم الإسفنج أو في عدد أفراد المستعمرة . في إسفنجيات الماء العذب وبعض الأنواع الأخرى تتكون براعم داخلية تعرف بالدريريات ، وهذه الدريريات تساعد في المحافظة على النوع خلال فترات البرد والجفاف وغيرها من الظروف القاسية . تتكون الدريرة من تجمع عدد من الخلايا الأميبية في الميزنكيما التى تُزود بغذاء وفير ، ثم تُحاط بغلاف متين . عندما يتعرض حيوان الأسفنج للموت تبقى هذه الدريريات محتفظة بحيويتها ، وعند عودة الظروف الملائمة ، تنمو كل خلية لتكون إسفنجاً جديداً .

يوجد أيضا تكاثر جنسى في الإسفنج ، بعض الأنواع تنتج بيض وحيوانات منوية معا ، أى أنها خنثى ، في أنواع أخرى يكون الجنسان منفصلين ، وفي كلتا الحالتين تنشأ الخلايا المشيجية من خلايا الميزنكيما (الخلايا الأولية) . تبقى البويضات في الجسم إلى أن يتم تلقيحها بحيوان منوى من إسفنج آخر . تنقسم البويضة المخصبة وتكون بعد ذلك يرقة الأمفيلاستوله . تسبح هذه اليرقة في الماء بواسطة الأسواط ليضع ساعات ، ثم تستقر وتلتصق بأى شيء ، وتنمو بعد ذلك إلى أسفنج صغير .



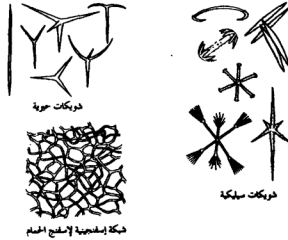
شكل ١٦ - ٥ : أجهزة القنوات في الإسفنجيات ؛ رسوم تخطيطية لقطاعات . الخطوط الخفيفة تمثل الطبقة الطلائية ، الميزنشيما مظللة بقط ، مناطق الخلايا الطوقية مصدء سمكية ؛ تين الأسهم إنحاء التيارات المائية . على اليمين لأعلى جزء من إسفنج قشري ؛ وعلى اليمين لأسفل إسفنج مياه عذبة .

١٦ - ٥ علاقة الإسفنج بالحيوانات الأخرى

قلما تهاجم الحيوانات الأخرى الإسفنج أو تأكله ، وقد يعزى ذلك إلى وجود الأشواك أو الإفرازات الكبريتية ؛ لكن العديد من مفصليات الأرجل والديدان والرخويات وبعض الأسماك تجذبها مأوى داخل فجوات الإسفنج . تعيش يرقات ذباب السيونجيا (رتبة نيوروترا) داخل إسفنج المياه العذبة وتتغذى عليه . تتغذى أيضا بعض الرخويات عارية الخياشيم البحرية على الإسفنج . بعض أنواع السرطان تقتطع أجزاء من الإسفنج وتلتصقها على قشرتها . هناك نوع من الإسفنج شائع على أصداف القواقع التي تُستخدم كمأوى للسرطان الناسك ، تُمتص هذه الأصداف في النهاية ويصبح السرطان الناسك نفسه داخل الإسفنج . يعيش نوع آخر من الإسفنج على أصداف الرخويات ويخترقها ، مما يؤدي إلى تلف الصدفة في النهاية .

١٦ - ٦ صناعة الإسفنج

منذ العصور القديمة يستعمل الإنسان الهياكل اللغوية لإسفنج الحمام (صونجيا) . وقد بلغ محصول الإسفنج السنوي المستخرج من مياه البحر المتوسط وخليج المكسيك من فلوريدا إلى جزر الهند الغربية ، حوالي مليوني رطل ، وكان الغواصون يجمعون الإسفنج يدويا وبشباك خاصة . يتم جمع الإسفنج ، ثم يندس بالأقدام ، ويترك ليتحلل البروتوبلازم ؛ بعد ذلك يُغسل الإسفنج وينظف ثم يُجفف ، ويصبح بعد ذلك معدا للتسويق . وقد إضمحلت هذه الصناعة الآن نظرا لإنتشار استخدام الإسفنج الصناعي .

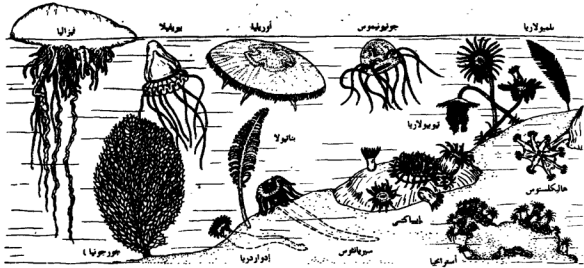


شكل ١٦ - ٦ : شوكيات وألياف الإسفنجيات (عن هايمان)

شعبة اللاسعات (الجوفمعيويات)

تعتبر اللاسعات أدنى مجموعة من الحيوانات عديدة الخلايا التي تكون فيها الخلايا أنسجة محددة . وإلى وقت قريب ، كان يطلق على هذه المجموعة إسم الجوفمعيويات ، ولا يزال هذا الإسم يستخدم في بعض الكتب للآن . تضم هذه الشعبة شكل (١٦ - ٧) الحيوانات الهدرية التي تتخذ أشكالاً شبيهة بالنباتات (طائفة الهدريات) ؛ الحيوانات الهلامية الرخوة الشفافة التي تتحرك ببطء في الماء (طائفة الفنجاليات) ؛ وشقائق النعمان الشبيهة بالزهور وتعيش على شواطئ البحار الصخرية ، والمرجانيات يبيهاكلها الجيرية التي تكون الشعاب المرجانية في الشواطئ الإستوائية (طائفة الزهريات) . تعيش الأفراد مستقلة أو في مستعمرات ، وهناك نوعان من الأفراد : (١) البوليب ، وله جسم أنبوي ، أحد طرفية مسلود ويلتصق بأى شيء ، أما الطرف الآخر فيوجد به فم مركزي محاط بلوامس رخوة ؛ (٢) الديدوسة ، وتسبح بحرية في الماء ، لها جسم هلامي يشبه المظلة ، حافة مزودة بلوامس رخوة ، أما الفم فهو يقع في منتصف السطح المقعر . قد يحدث في كلا النوعين تحورات متنوعة ، ويظهر النوعان في دورة حياة العديد من أنواع اللاسعات . اللاسعات جميعها مائية ؛ وتعيش ، فيما عدا أنواع قليلة ، في المياه المالحة .

البوليبيات الهدرية تكون عادة مجهرية ، ولكن قد يتراوح طول المستعمرات من بضعة ملليمترات إلى مترين . الحيوانات الهلامية يتراوح قطرها من ١٢ مم إلى أكثر من ٢ متر ، وشقائق النعمان أيضاً لها أحجام متباينة ، من أفراد صغيرة الحجم إلى أحجام يصل قطرها إلى متر واحد . بوليبيات المرجانيات معظمها صغيرة الحجم ، لكن هياكل المستعمرات قد يصل طولها إلى عدة أميال .



شكل ١٦ - ٧ : بعض الجوفعمويات اللاسعة البحرية التي تعيش في نبات بحرية ؛ جميع الرسوم مصفوفة ولكن بمقاييس رسم متباينة . طائفة الهدديات ، حيوانات هديرية : نيوبولاريا ؛ بلمولاريا ؛ جونونيوموس ، فيزاليا . رجل الحرب البرتغالي . طائفة الفنجاليات : الحيوانات الهلامية : هاليكلستوس ، يوفيليا ، أوربليا - حيوان هلامي شائع . طائفة الزهريات ، شقائق النعمان ، المرجانيات الخ : جورجونيا - ريشة البحر ، بناتولا - قلم البحر ، إدورادزيا ، إيوكسس من شقائق النعمان ؛ إسرافيا - مرجان حجري سيريانفوس ، من شقائق النعمان الحفارة .

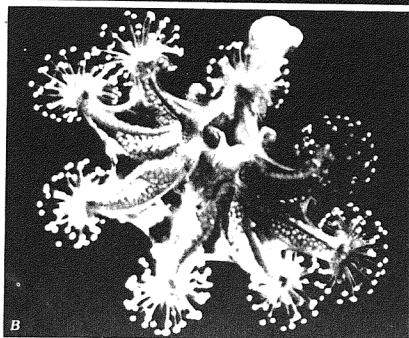
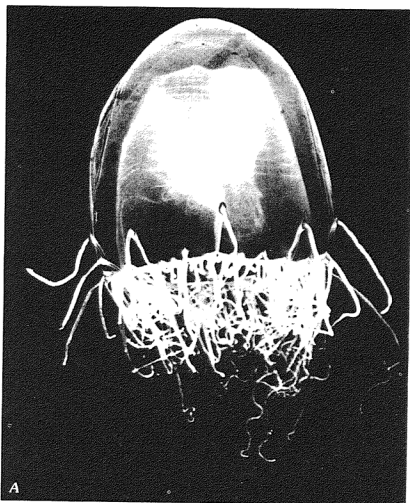
١٦ - ٧ الخصائص

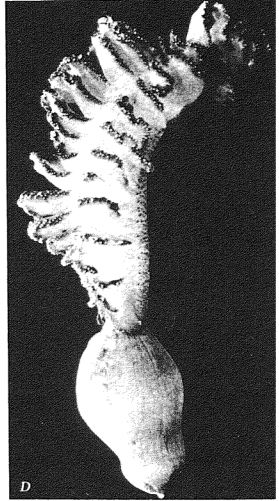
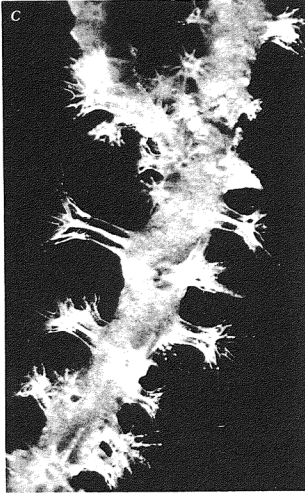
١ - التماثل شعاعي حول محور عمودي يمر بالقمم ؛ الجسم مركب من طبقتين طلائيتين ، بينهما مادة هلامية (ميزوجليا) متباينة السمك تبعاً للنوع ؛ توجد محافظ لاسعة مجهرية عديدة (حويصلات لاسعة) في إحدى الطبقتين أو في كليهما .

٢ - الهيكل غير موجود في أنواع عديدة ، بعض الأنواع لها هيكل جيري أو قرني ؛ توجد ألياف عضلية عند قواعد خلايا الطبقات الطلائية .

٣ - التجويف الهضمي كبسي الشكل (الشرج غير موجود) ؛ توجد لوامس رخوة حول الفم .

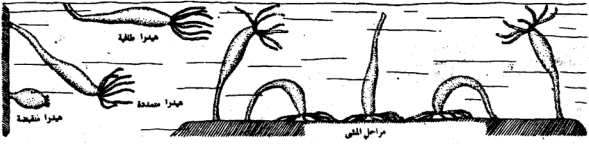
٤ - لا يوجد دم ، أو أعضاء تنفس أو إخراج ؛ الجهاز العصبي مكون من شبكة من خلايا عصبية وألياف ، توجد في جدار الجسم واللوامس ؛ بعض الأنواع لها بقع غنية وحويصلات نوازل .



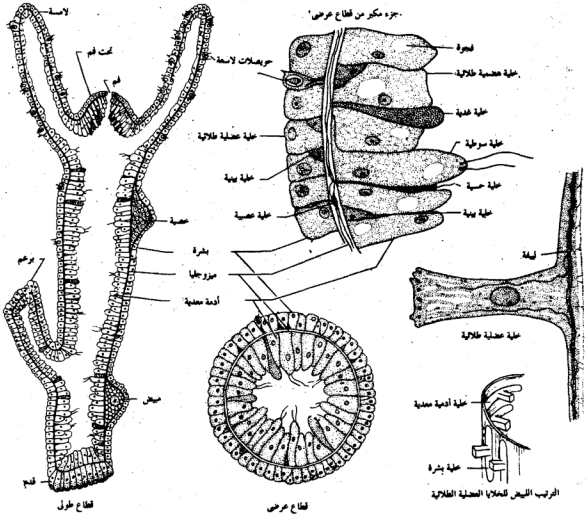


شكل ١٦ - ٨ : بعض الجوفعويات اللاسعة . (أ) سكرينزيا - طائفة الهدريات (ب) هاليكلستوس - طائفة الفسجاليات ؛ (ج) بسموجورجيا - مرجان - طائفة الزهريات (د) بتايولوساركوس - قلم البحر - طائفة الزهريات . (مهدهاه جميعها من جارى ماكندونالد)

٥ - التكاثر بصفة عامة لا جنسى بالتبرعم فى الطور البوليبيى المستقر ، ويتم بالتبادل مع التكاثر الجنسى بالمتبات والبيض فى الطور الميڤوسى الحر . بعض الأنواع بها مناسل بسيطة وليس لها قنوات تناسلية .



شكل ١٦ - ٩ : شعبة الجوفمعويات اللاسعة . الهيدرا - يولب الماء العذب ، الجسم الطيحي يبلغ ٣٠ م في الطول . (المشي ، عن واجتر ، ١٩٠٥)



شكل ١٦ - ١٠ : الهيدرا . التركيب كما يظهر في القطاعات المجهرية . (الخلية العضلية الطلاقية عن هايمان)

طائفة الهيدريات

(الحيوانات الهيدرية)

١٦ - ٨ . تركيب الهيدرا

الهيدرا بوليب صغير يعيش مستقلاً في المياه العذبة (شكل ١٦ - ٩) ، لها جسم إسطوانى رفيع (الطول يتراوح من ١٠ إلى ٣٠ سم) ، الطرف الخلفى مسلود يمثل القدم ، ويلتصق بالمرتكزات ، أما الطرف الأمامى فيحمل لواصم مجوفة عددها من ٦ إلى ١٠ ، وهى مرتبة حول الفم ؛ يؤدى الفم إلى تجويف هضمى داخل الجسم ، يعرف بالتجويف الوعائى المعدى (المعى) . جسم الهيدرا غاية فى المرونة ، وهو قابل للإمتداد ليصبح أنبوبة طويلة ، كما يمكنه أن ينثنى أو ينقبض ليتخذ شكلاً كروياً قصيراً ، وتصبح اللوامس مجرد بروزات . قد تتكون براعم جانبية من الجسم تنتج أفراداً جديدة لا جنسياً . تظهر أحياناً على الجسم مبايض أو خصيات مستديرة للتكاثر الجنسي (شكل ١٦ - ١٠) .

يتربك جدار الجسم من طبقتين فقط ، بشرة خارجية رقيقة .. تتربك من خلايا مكعبة قصيرة ، وأدمة معدية داخلية تقوم أساساً بوظيفة الهضم . توجد بين الطبقتين ميزوجليا لا خلوية رقيقة ، متصلة بالطبقتين الخلويتين ، وتعمل كهيكل مرن للجسم واللوامس . تتحرى كلتا الطبقتين على أربعة أنواع رئيسية من الخلايا ، وكل نوع متخصص تركيبياً ووظيفياً لأداء عملية حيوية خاصة ؛ وبصفة عامة تقوم هذه الأنواع من الخلايا بجميع الوظائف الحيوية فى الهيدرا .

١ - **الخلايا العضلية الطلائية** لها شكل 1 ، وهى متراسة بجوار بعضها مكونة سطح الجسم ؛ يوجد عند قاعدة الخلية ليفيه متقبضة تستقر طولياً فى الميزوجليا ، تعمل هذه اللييفات كمعضلات طويلة ، عند إنقباضها يقصر الجسم وكذلك اللوامس . وبالمثل ، تكون الخلايا الهضمية الطلائية الجزء الأكبر من بطانة التجويف الوعائى المعدى ، وهى تقوم بهضم الغذاء . لهذه الخلايا ليفيات تستقر عرضياً فى الميزوجليا ، وتعمل كمعضلات دائرية ؛ يحدث إنقباضها صغراً فى قطر الجسم ، وبالتالي زيادة فى طول الجسم (شكل ١٦ - ١٠) . توجد أيضاً ليفيات دائرية حول الوعاء وقواعد اللوامس المجوفة ويؤدى إنقباضها إلى غلق الفتحات . تحمل خلايا كثيرة فى الأدمة المعدية سوطاً أو سوطين .

٢ - **الخلايا الغدية** وهى خلايا طويلة تغطى منطقة القدم ، وتفرز مادة مخاطية لدرجة تساعد الحيوان على الالتصاق بالمرتكزات . توجد أيضاً خلايا غدية كبيرة حول الفم وفى الأدمة المعدية ، وهى تفرز إنزيمات لهضم الغذاء .

٣ - **الخلايا البينيقيومية** خلايا صغيرة مستديرة غير مميزة ، تقع عند قواعد الخلايا الطلائية ،

ويمكنها أن تكون الحويصلات اللاسعة والبراعم والخلايا التناسلية وغيرها من الخلايا .

٤ - **الخلايا الحسية** وهى خلايا رفيعة تتصل بشبكة الخلايا العصبية المقابلة للميزوجليا . تتصل الخلايا العصبية بدورها بليفات الخلايا العضلية الطولية . تتكون بذلك آلية عصبية محركة - حسية ؛ تستقبل الخلايا الحسية المؤثرات ، والخلايا العصبية تقوم بتوصيل السيالات العصبية ، والليفات بتوجيه تلك السيالات . بخلاف العضيات المحركة العصبية الموجودة فى بعض الأوليات ، فإنه لأول مرة فى الحيوانات تظهر أبسط آلية عصبية تعمل على تنظيم حركات الجسم واللوامس . لا يوجد فى الهيدرا عقدة مركزية أو مخ ، كما فى الحيوانات العليا .

١٦ - ٩ الحويصلات اللاسعة

الحويصلة اللاسعة هى محفظة دقيقة مملوءة بسائل ، تحتوى على أنبوبة خيطية ملتفة يمكن أن ينقلب داخلها خارجاً (كالجورب) ، وتبرز مندفعة للخارج ، وهى تساعد فى إقتناص الفريسة أو فى الحركة . توجد الحويصلة اللاسعة داخل خلية يينية متحورة تعرف بالخلية اللاسعة . لهذه الخلية زائدة كالزناد تبرز للخارج تسمى شعيرة اللسع . بعض الحويصلات اللاسعة توجد فرادى ، والبعض الآخر تتجمع على شكل « بطارية » فى خلية طلائية كبيرة . الحويصلات اللاسعة توجد بكثرة فى اللوامس ، وأيضاً توجد فى كل مكان بالجسم عدا القرص القاعى . هناك عدة أنواع من الحويصلات اللاسعة : النوع الأول نافذ كروى ، له أنبوبة خيطية طويلة تخترق أجسام الحيوانات الصغيرة ، وتحقن سائلاً يسبب شللاً للفريسة ؛ النوع الثانى لفاف كثرى الشكل له أنبوبة خيطية تلتف على شعر أو أشواك الفريسة ؛ ونوعان لاصقان ينتجان إفرازاً لزجاً . لا تعمل شعيرة اللسع بمفردها كزناد لإطلاق المؤثرات الآلية ، لكن قد تُطلق الأنبوبة الخيطية من الحويصلة اللاسعة نتيجة لمؤثرات آلية وكيميائية تنبعث من الفرائس نفسها .

١٦ - ١٠ التاريخ الطيمى

تعيش الهيدرا ملتصقة بمرتكزات فى الماء ، لكن يمكنها أن تنثنى وتلتف لاقتناص الفريسة . تستطيع الهيدرا أن تنتقل من مكانها بطريقة الزحف (شكل ١٦ - ٩) ، أو بأن تقلب مستخدمة اللوامس كأرجل ، أو بالانزلاق بالقدم ، أو بالطفو وهى ملتصقة بفقاعة غازية تفرزها القدم . عند الحاجة إلى الغذاء ، تمد الهيدرا لوامسها ؛ وعندما تلامس قشريات صغيرة أو يرقات حشرات أو حيوانات أخرى صغيرة ، تُطلق الأنابيب الخيطية من الحويصلات اللاسعة ، ثم تقوم اللوامس بحركات تأزيرية تدفع بالفريسة إلى الفم . عندما يصل الغذاء إلى التجويف الوعائى المعدى ، تفرز الخلايا الغدية إنزيمات هاضمة تساعد جدار الجسم والأسواط على خلط الغذاء بالإنزيمات . يتم بعض الهضم فى التجويف الوعائى المعدى ، ويعرف بالهضم خارج الخلايا ، كما يحدث فى معظم الحيوانات عديدة الخلايا ؛ بعض خلايا الأدمة المعدية تلتهم جزءاً من الغذاء وتمضغه داخل فجواتها الغذائية ، وهذا

النوع من المهضم يعرف بالمهضم داخل الخلايا ، كما يحدث في الأوليات والإسفنجيات . لذلك تجمع الهيدرا بين طريقتي المهضم اللتان تحدثان في الحيوانات الأدنى منها والحيوانات الأعلى منها . تطرد بقايا الغذاء غير المهضومة إلى الخارج عن طريق الفم ، لذلك يعمل الفم كشرج أيضا .

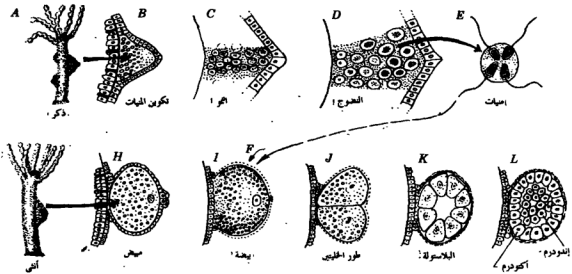
يُخترن الغذاء المهضوم في الخلايا وخاصة في الأجزاء الأكثر نشاطاً ، كذلك التي تكوّن البراعم أو المناسل . تتم عملية تبادل الأوكسجين وثنائي أكسيد الكربون وكذلك إخراج المواد الإخراجية بواسطة الإنتشار ، معظم هذه العمليات تتم عن طريق البشرة .

تستجيب الهيدرا للمؤثرات البيئية ، وتعتمد الإستجابة على حالتها الفسيولوجية ؛ فهي عندما تبحث عن الغذاء ، فإنها تغير من مكانها وتحرك لوامسها ؛ وعندما تكون في حالة سكون ، فإنها تُقلص جسمها ولوامسها من حين لآخر . عند لمس الهيدرا لمساً خفيفاً ، يتعد الجزء الذي وقع عليه المؤثر ؛ أما إذا كان المؤثر قوياً ، كتحريك الماء ، تحدث إستجابة فورية ، إذ تنقبض جميع أجزاء الجسم . لكل نوع من أنواع الهيدرا درجة إضاءة مثل يعيش فيها ، لكن الهيدرا الخضراء تفضل الإضاءة المناسبة لها أكثر من الأنواع الأخرى . وبصفة عامة ، تعيش الهيدرا في المياه الرائقة الباردة ، وتجنب المياه الدافئة أو الملوثة . في بعض البحيرات ، تعيش الهيدرا على أعماق كبيرة تصل إلى ١٨٠ قدم (٥٥ متر) ، لذلك فهي تعتبر أحيانا مصدر لإزعاج للصيادين ، إذ تلتصق بالشباك وتحدث إلتهايا في أيديهم نتيجة للمواد التي تطلقها الحويصلات اللاسعة ، وذلك أثناء جمع الأسماك من الشباك .

١٦ - ١١ التكاثر

قد تتكاثر الهيدرا لا جنسيا بالتبرعم ، ينشأ البرعم كنتوء من جدار الجسم مكون من بشرة وميزوجليا وأدمة معدية ويمتد فيه جزء من التجويف الوعائى المعدى ؛ ثم يأخذ البرعم في الإستطالة وتتكون له لوامس وفم ، وعندئذ ينفصل عند القاعدة مكونا هيدرا صغيرة . تتكون أحيانا عدة براعم في الحيوان الواحد ، كما قد تتكون براعم ثانوية على البراعم الأولية ، بذلك يبدو الحيوان كأنه مستعمر من حيوانات هدرية . إذا قطعت الهيدرا إلى قطعتين أو أكثر ، فإن كل قطعة تنمو وتكون في النهاية هيدرا صغيرة كاملة ، تُعرف هذه الظاهرة بالتجدد . يمكن أيضا تجميع قطع من حيوانات مختلفين معاً .

معظم أنواع الهيدرا ثنائية المسكن ، يُنتج الفرد الواحد إما خلايا تناسلية ذكورية أو أنثوية فقط . هناك أنواع قليلة أحادية المسكن أو خنثى ، إذ يُنتج الفرد الواحد الخلايا التناسلية الذكورية والأنثوية معا . تتكون المناسل في فصل الخريف عادة ، لكن من الممكن أن يُحفز الحيوان لتكوين المناسل في الفصول الأخرى ، وذلك بخفض درجة حرارة الماء . تمثل الأعضاء التناسلية في الهيدرا بالمناسل فقط (المبايض التي تنتج البويضات والمخصبات التي تنتج المنيات) . تنشأ المناسل (البيض أو الخصى) من الخلايا البينية بالبشرة . حيوان منوى بالغ من هيدرا يُلقح ببويضة من هيدرا أخرى



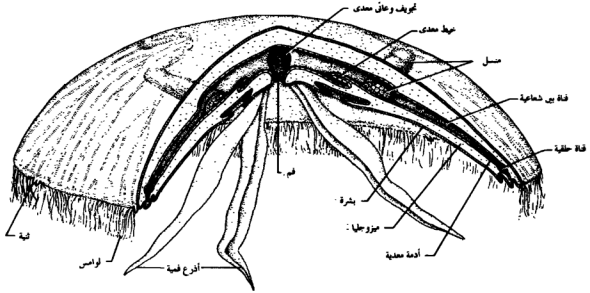
شكل ١٦ - ١١ : التكاثر الجنسي في الهيدرا (مقتبس من فانرويثر ١٩٠٨ - ١٩٠٩)

(شكل ١٦ - ١١) . تفرز البلاستولة النامية قشرة أو حويصلة حولها ، ثم تنفصل عن جسم الأم وتسقط في الماء ، حيث تستكمل نموها . تنطلق فيما بعد الهيدرا الصغيرة من الحويصلة وتبدأ حياة جديدة .

١٦ - ١٢ الحيوانات الهدرية التي تكوّن مستعمرات

فيما عدا الهيدرا ، معظم الحيوانات التي تنتمي لطائفة الهيدريات بحرية ، وتعيش في مستعمرات مستقرة وهي تشبه النباتات في الشكل (شكل ١٦ - ١٢) . للمستعمرة قاعدة جذرية الشكل ، تنشأ منها سيقان متفرعة تحمل المئات من البوليبيات ، ويوجد نوعان أو أكثر من هذه البوليبيات ، أكثرها شيوعاً هما الحويينات الغذائية (البوليبيات الغذائية) والحويينات المنسلية (البوليبيات التناسلية) يوجد أحياناً في المستعمرة بوليبيات دفاعية أو حويينات أصعبية . تقوم البوليبيات الغذائية باقتناص الغذاء ، ثم تدفع به إلى التجويف الوعائي المعدى أو المعى ، حيث يتم الهضم . يسر الغذاء المهضوم في التجويف الوعائي المعدى المشترك حيث يتم توزيعه إلى جميع أجزاء المستعمرة . ينتج من البوليبيات التناسلية ميديوسات صغيرة تشبه الحيوانات الخلامية ، قد تبقى هذه الميديوسات على الحويين المنسل أو تنفصل عنه وتنطلق إلى الماء . تنمو الميديوسات الصغيرة ، وتكوّن المناسل التي تنتج البويضات والحيوانات المنوية . تكوّن البيضة المخصبة يرقة البلانتولا ، وهي مهدبة وتسبح بحرية في الماء . بعد مضي وقت قصير ، تستقر هذه اليرقة وتبدأ في تكوين مستعمرة جديدة بواسطة التبرعم اللاجنسى .

في بعض المستعمرات مثل الأولبيا ، تقوم الحويينات الغذائية بجميع الوظائف الحيوية عدا التكاثر ، أما الحويينات المنسلية فتقوم بوظيفة واحدة فقط هي التكاثر ، إذ تكوّن الميديوسات التي ترك



شكل ١٦ - ١٣ : تركيب حيوان هلامي الأوريليا (طائفة الفنجاليات) ؛ ربع الجسم مقطوع ليعين التركيب الداخلى .

طائفة الفنجاليات

(الحيوانات الهلامية)

١٦ - ١٣ التركيب والتاريخ الطبيعى

في هذه الطائفة يتراوح قطر المبدوسة من بوصة واحدة إلى عدة بوصات ، وتتكون معظمها من الميزوجليا الهلامية الشكل ، البوليبي إن وجد فهو صغير جدا . جسم الحيوان الهلامي يشبه المظلة ، تحمل الحافة لوامس تعترضها ثمانية أزواج من الثنيات . يحيط بالفم أربعة أذرع فمية ذات ميازيب ، مزودة بحويصلات لاسعة على الحواف . يخرج من التجويف الوعائى المعدى أربعة جيوب تحتوى على المناسل ، وجهاز من القنوات الهضمية متفرعة في الجسم وتمتد إلى قناة حلزونية حافية . يوجد بين كل زوج من الثنيات عضو حسي يحتوى على بقعة عينية حساسة للضوء ، وحويصلة توازن مجوفة بها حبيبات جيرية تعمل على حفظ توازن الحيوان ، ونقرتين حسيتين قد تقومان بوظيفة إنتقاء الغذاء .

تقبض العضلات الدائرية عند حافة المظلة بصفة منتظمة ، ويؤدى ذلك إلى دفع الماء من التجويف الداخلى للمظلة ، ونتيجة لذلك يتحرك الحيوان ببطء في الماء . يتكون الغذاء أساسا من لافقاريات وأصمك صغيرة ، يتم إقتناصها بواسطة الحويصلات اللاسعة التى تحملها الأذرع الفمية ، يُدفع الغذاء بعد ذلك إلى الفم . يسير الغذاء المهضوم في القنوات . يتم التنفس والإخراج بواسطة

الإنتشار عن طريق سطح الجسم كما هو متوقع . توجد شبكة عصبية على الحواف ، وهي تقوم بتنظيم إنقباض المظلة وحركات الأذرع القمية .

الجنسان منفصلان ولكنهما متشابهان (شكل ١٦ - ١٤) . تنتقل الحيوانات المنوية للذكر عن طريق الماء إلى الأنثى حيث يتم إخصاب البيض المتكون في المناسل (المبيض) . تخرج الزيجوتات وتستقر على الأذرع القمية ، ثم ينمو كل زيجوت مكوناً في النهاية يرقة البلاتيولة المهذبة . تسبح اليرقة في الماء لفترة ثم تهبط إلى القاع حيث تستقر هناك ، وتتحول بعد ذلك إلى بوليب دقيق (الأنبوية الهدرية أو الفنجاللة) ، قد تتكون براعم لهذا البوليب . تنقسم الفنجاللة إلى صف من يرقات الإفيرا بواسطة إنشطارات عرضية ؛ تتكون يرقة الإفيرا من ثمانية فصوص ؛ تصبح يرقة الإفيرا حرة بعد ذلك ، ثم تنقلب وتنمو إلى حيوان هلامي بالغ .

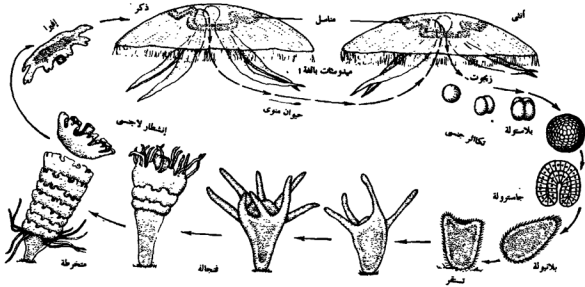
طائفة الزهريات

(شقائق النعمان ، المرجانيات إلخ ..)

الزهريات بوليبيات بحرية تشبه الزهور ؛ تتباين أجسامها بدرجة كبيرة ؛ معظمها يتميز بأجسام قوية . بالإضافة إلى شقائق النعمان والمرجانيات ، تضم هذه الشعبة المرجانيات السوداء والقرنية والرخوة ، ومستعمرات ريش البحر وزهور البانسية البحرية وغيرها . لا يوجد في هذه الشعبة الطور الميوسوي . تعيش هذه الحيوانات في المياه الضحلة الدافئة ، ولكن البعض يوجد في البحار القطبية ، بعض الأنواع تعيش على أعماق بعيدة في البحار والمحيطات قد تتجاوز أربعة أميال (٦,٤ كيلو متر) .

١٦ - ١٤ التركيب

المتريديوم من شقائق النعمان الشائعة ، له جسم إسطواني قصير ، الجزء العلوي مفلطح ويعرف بالقرص القمي وهو يحمل لوامس مجوفة قصيرة عديدة تحيط بقم كالشئ ؛ القاعدة (القرص القدي) تستعمل في الالتصاق بمرتكز صلب . يوجد مبلع وهو أنبوبة مسطحة تصل بين القم والتجويف الوعائي المعدى ؛ يزود المبلع بمهذب أو ميزابين على الجانبين ، يمدثان تياراً مائياً من خارج الحيوان لداخله والعكس . يوجد بداخل الحيوان ستة أزواج من الحواجز أو المساريقا الكاملة ، تمتد بين جدار الجسم والمبلع ، وتقسم التجويف الداخلي إلى ستة غرف شعاعية ؛ كما توجد حواجز أخرى غير كاملة تنشأ من جدار الجسم ولكنها لا تصل إلى المبلع . توجد بالحواجز الكاملة فتحات تسمح بدوران الماء بين الغرف . يكون الطرف الداخلي السائب لكل حاجز خيط حاجزي غليظ يمتد لأسفل كخيط ملتو يعرف بالأوكوتيتوم ، يحمل كلا الجزئين خلايا غدية وحوصلات لاسعة . يمكن للأوكوتيت أن تبرز للخارج من خلال ثقبو بجدار الجسم أو عن طريق القم . تتكون المناسل على حواف الحواجز .

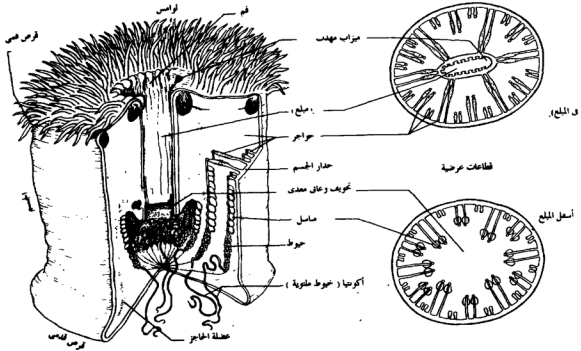


شكل ١٦ - ١٤ : دورة الحياة في الحيوان الهلامي الأوريلي (طائفة الفنجاليات) . الجنسان منفصلان في الحيوانات البالغة ، ينتج البيض والحيات ، ينمو الزيجوت على الأذرع القمية للإثنى . تسبح يرقة البلايوكة المهدبة في الماء لفترة ثم تستقر وتكون الفنجالة ، تنقسم الفنجالة بإنشطارات عرضية (تحوط) مكونة إفريات عديدة التي تنمو إلى حيوانات هلامية بالغة . المهدوسات مصفرة ، أما باقي الأطوار فهي مكبرة . (عن أجاسيز ووالكوت بيولوجيا الحيوان . كتاب ماكجرو - هيل وشركاه) .

يغطي الجسم ببشرة جامدة ، وهي مهدبة في العرص القمي واللوامس والملح . يطن التجويف الداخلي بأدمة معدية ؛ وتوجد ألياف عضلية متسعة بالأدمة المعدية فقط ، مع ألياف دائرية في الجسم القائم وألياف طويلة في الحواجز . تتكون الميزوجليا من نسيج ضام خلوي . تمتد الشبكة العصبية في البشرة ، كما توجد ألياف عصبية في الحواجز .

١٦ - ١٥ التاريخ الطبيعي

تلتصق شقائق النعمان بصلاصة بالصخور وبمركزات أخرى صلبة . البعض يمكنه الزحف ببطء على القرص القدي . في المياه الهادئة الساكنة ، يكون الجسم ممدوداً وكذلك اللوامس ؛ ولكن إذا أثر الحيوان أو تعرض لحركة المد والجزر ، فإن الجسم ينقبض واللوامس تنكمش للداخل . تضرب أهداب اللوامس والقرص في الماء لتبعد عنها النفايات . يحدث الميزاب المهذب تياراً مستمراً من الماء محملاً بالأكسجين والغذاء ، وهو يدخل إلى التجويف الوعائي المعدى ثم يعود مرة أخرى إلى الملح .



شكل ١٦ - ١٥ : تركيب شقيق النعمان ، ميتريدوم (طائفة الزهريات) . جزء من الجسم مقطوع لبيان التركيب الداخلي . قطاعات عرضية في الملع وأسفلة تين ترتيب الحواجز .

تتغذى شقائق النعمان على الرخويات والقشريات ولاقاريات أخرى بالإضافة إلى الأسماك . الحويصلات اللاسعة تصيب الفريسة بالشلل ، ثم تحملها اللوامس إلى القم ، يمكن للحيوان أن يقتنص بعض الفرائس بواسطة القم والملع مباشرة ، إذ لها القدرة على الاتساع بدرجة كبيرة . تُفرز الإنزيمات من الحويط في التجويف الوعائي المعدى ، ويتم الهضم ، ثم يُمتص الغذاء المهضوم عن طريق الأدمة المعدية . بقايا الغذاء غير المهضوم تطرد للخارج عن طريق القم .

الجنسان منفصلان في هذه الحيوانات ، وتوجد المناسل على الحويط الحاجزية . تخرج الحيوانات المنوية وكذلك البيض عن طريق القم ويتم الإخصاب في الماء . ينمو الزيجوت إلى جاسترولة طويلة مهدبة ، ثم تتكون بعد ذلك الحواجز في التجويف الداخلي ، تكوّن فتحة الجاسترولة القم ؛ تظهر بعض الأهداب الطويلة الصلبة عند الطرف الالافى . تسبح اليرقة في الماء وتتغذى على الكائنات الدقيقة ؛ بعد فترة تستقر اليرقة في القاع وتثبت نفسها من الجهة الالافية ، ثم تنمو بعد ذلك لتكون حيواناً جديداً . تتكاثر بعض أنواع شقائق النعمان لا جنسياً بالإشتطار أو بتقطيع القرص القدامى .

١٦ - ١٦ المرجانيات

تتضمن الزهريات المعروفة بالمرجانيات مجموعتين مميزتين هما : المرجانيات الرخوة أو الألسيونات والمرجانيات الحجرية . تتميز المرجانيات الرخوة بأن لوامسها ريشية الشكل (متفرعة) وهيكلها داخل يتكون من شويكات ؛ أما المرجانيات الحجرية فلها لوامس غير متفرعة وهيكل خارجي يتكون من مادة جيرية . تكوّن الأجيال المتعاقبة من هذه البوليبيات الشعاب المرجانية في البحار الاستوائية (بين خطي عرض ٥٢٠ شمالاً و ٥٢٠ جنوباً) ، حيث لا تقل درجة حرارة الماء عن ٥٢٠ م . لهذه الشعاب المرجانية أشكال عديدة : (١) شعاب الحواشي وتمتد إلى ربع ميل من الشاطئ ؛ (٢) شعاب الحواجز ويفصلها عن الشاطئ مساحة مائية واسعة عميقة ؛ (٣) الشعاب الدائرية أو الأتول وهي شعاب على شكل دائرة تتوسطها المياه ، وهي ليست جزيرة . الحاجز المرجاني الأعظم يقع في شمال شرق استراليا ، ويبلغ طوله ١٢٠٠ ميل (١٩٠٠ كيلو متر) ، ويبعد عن الشاطئ بمسافات تتراوح من بضعة أميال إلى ١٥٠ ميل (٢٤٢ كيلو متر) . توجد أتولات متباعدة الأحجام في المناطق الدافئة للمحيط الباسيفيكي .

وقد استنتج داروين أن الأتولات المرجانية بدأت كشعاب حاشية حول جزيرة ، ثم اختفت هذه الجزيرة تحت الماء نتيجة لعوامل بيئية معينة ، وبقيت الشعاب المرجانية على شكل دائرة أو أتول تتوسطها المياه . وقد كشفت عمليات التنقيب التي أجريت حديثاً عند منطقة بيكيني عن وجود فورامينيفرا من العصر الأوليوسيني (منذ ٣٠ مليون سنة تقريباً) بين حبات الرمل ، على عمق ٢٥٠٠ قدم (٧٦٢ متر) . وعندما وصلت عمليات التنقيب إلى عمق ٤٦٠٠ قدم (١٤٠٠ متر) في منطقة أتول إيبوتوك ، إكتشفت هناك صخور بركانية صلبة ، وهذا الإكتشاف يؤيد نظرية داروين .

مراجعة

- ١ - من المعروف أن الإسفنجيات تعيش مثبتة ، وأيضا تشبه النبات في الشكل . لماذا تصنف مع الحيوانات ؟
- ٢ - إشرح أوجه الاختلاف بين الإسفنجيات والحيوانات عديدة الخلايا الأخرى .
- ٣ - قارن بين الخلية المطوقة والخلية الأميية من حيث الموضع والوظيفة .
- ٤ - ما هو غذاء الإسفنج ، وكيف يحصل عليه ، وأين يعضم الغذاء ؟
- ٥ - صف أنواع التكاثر في الإسفنج .
- ٦ - كيف وأين تتم الوظائف الآتية في اللاسعات : الهضم ، التنفس ، تنظيم حركات الجسم ، والإخراج
- ٧ - أذكر إسم حيوان من اللاسعات يوجد به طورى البوليب والميدوسة . إشرح دورة حياته .
- ٨ - يضطدم السباحون في المياه الإستوائية بأذرع الحيوانات الهلامية الكبيرة أثناء السباحة . يحس السباحون بعد ذلك بألم مفاجئ ، ثم يظهر طفح جلدى . ما هى التراكيب التى تسبب ذلك فى الحيوان الهلامى ؟ وكيف تعمل ؟
- ٩ - عرف الآتى : ظاهرة تعدد الأشكال ، الميزوجليا ، التماثل الشعاعى . أذكر مثال لكل .
- ١٠ - كيف يمكن لشقائق النعمان أن تقتص سمكة ؟ وكيف تعضمها بعد ذلك ؟
- ١١ - ما هو المرجان ؟ كيف يتكون ؟ وأين يوجد ؟

الفصل السابع عشر

الديدان المفلطحة والديدان المستديرة

شعبة المفلطحات الديدان المفلطحة

هناك العديد من الحيوانات تتميز بأجسامها الطويلة وبعدم وجود أطراف ظاهرة ، وتعرف هذه بالديدان . وتختلف هذه الحيوانات عن الإسفنجيات واللاسعات في الشكل وفي وجود الأجهزة العضوية . تتميز الدودة بطرف أمامي تتقدم به عادة للأمام في يبتها ، يقابله من الجهة الأخرى الطرف الخلفي . لهذه الحيوانات سطح بطني يتجه لأسفل عند الحركة أو الراحة ، يقابله سطح ظهري يتجه لأعلى . تُرتب الأجزاء الخارجية والداخلية للجسم بطريقة متأللة على الجانبين الأيسر والأيمن محور أو مدار يمتد بطول الجسم ، لذلك تعرف هذه الحيوانات بأنها جانبية التماثل . تعتبر هذه الصفات التي سبق ذكرها عامة ومميزة للديدان ومعظم المجموعات الأخرى من الحيوانات العليا .

تعتبر المفلطحات أدنى مرتبة بين الديدان ، وهي تتميز بأجسامها الرخوة الدقيقة . تضم هذه الشعبة ثلاث طوائف هي : ديدان مفلطحة حرة المعيشة (التريلاريا) وتعيش في المياه العذبة أو المملحة أو في المناطق الرطبة ؛ ديدان مفلطحة التريمتودا ، وهي طفيليات خارجية أو داخلية ؛ الديدان الشريطية (السستودا) وجميعها متطفلة ، تعيش الديدان البالغة في أمعاء الفقاريات ، تتباين الديدان المفلطحة في الحجم ، بعض أنواع التريلاريا والتريمتودا مجهرية ، بينما يصل طول بعض الديدان الشريطية إلى ٤٠ قدماً (١٢ متر) . العديد من الديدان المفلطحة ذات أهمية من الناحية الاقتصادية ، لأنها كطفيليات قد يكون لها تأثير كبير على صحة الإنسان والحيوانات الأليفة والبرية .

١٧ - ١ الخصائص

١ - التماثل جانبي ؛ توجد ثلاث طبقات جرثومية ؛ الجسم مفلطح عادة ظهرا لبطن ؛ لا يوجد تعقيل حقيقي .

٢ - البشرة رخوة ومهدبة ، أو مغطاه بجليد ، يوجد بها ممصات خارجية أو عظاميف أو كلاهما تستخدم في التعلق بالعائل .

٣ - الجهاز الهضمي غير كامل (يوجد فم ولكن لا يوجد شرج) ، عديد التفرع عادة ؛ لا يوجد في الديدان الشريطية .

٤ - العضلات جيدة التكوين ؛ التجاويف بين الأعضاء الداخلية مملوءة بكتل خلوية سائلة (البرانشيما) ؛ لا يوجد تجويف للجسم .

٥ - لا يوجد جهاز هيكل أو دورى أو تنفسى ؛ الجهاز الإخراجى مزود بخلايا لمبية متصلة بقنوات إخراجية .

٦ - الجهاز العصبى يتكون أصلا من شبكة عصبية بسيطة ، لكن الأنواع المتقدمة بها زوج من العقد الأمامية أو حلقة عصبية يمتد منها بطول الجسم ١ - ٣ أزواج من الحبال العصبية تربط بينها وصلات عرضية .

٧ - الجنسان غير منفصلين عادة (أحادية المسكن) ، الإخصاب داخلى ، البيض مجهرى ، التكوين مباشر أو يمر بطور يرق واحد أو أكثر ، بعض الأنواع بها تكاثر لا جنسى .

طائفة التريلاريا

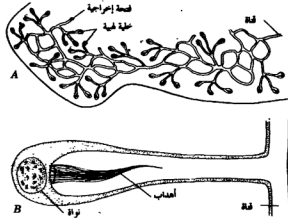
ديدان مفلطحة حرة المعيشة

تضم هذه الطائفة ديدان البلاناريا الصغيرة الشائعة (ديوجيزيا ، يوبلاناريا) ، تعيش فى المياه الراكدة الباردة للبحيرات والجاري المائية ؛ ومن الملاحظ أنها تتجنب الضوء المباشر ، إذ تتعلق بالأسطح السفلية للأحجار والكتل الخشبية الموجودة بالماء .

١٧ - ٢ . التركيب

البلاناريا لها جسم رخو رقيق مرن (شكل ١٧ - ١) ، يتراوح طوله من ٥ إلى ٢٥ مم ، والجسم له القدرة على الإنسباط أو الانقباض أو الإنشاء لأى إتجاه . يغطى الجسم بطبقة واحدة من الخلايا هى البشرة ، وهى غنية بالمواد الصبغية ، كما تحتوى على العديد من الغدد وحيدة الخلية . تقع تحت البشرة طبقات من الألياف العضلية الدائرية والطولية ، يؤدى انقباضها إلى تغير فى شكل الجسم . يملأ الحيز بين الألياف العضلية والأعضاء الداخلية كتلة رخوة من الخلايا تعرف بالبرانشيما ؛ لا يوجد تجويف للجسم يوجد فى الطرف الأمامى للجسم (منطقة الرأس) بقعتان عيونتان داكنتان من الجهة الظهرية . يغطى السطح البطنى أهداب تساعد على الحركة . تقع فتحة الفم فى منتصف السطح البطنى ، وهى تؤدى إلى بلعوم عضلى قابل للتمدد (خرطوم) . توجد أيضا فتحة تناسلية صغيرة تقع على السطح البطنى خلف فتحة الفم .

يتكون الجهاز الهضمى من الفم والبلعوم وأمعاء ثلاثية التفرع تنتهى مقللة ، ينتجه أحد الأفروع للأمام أما الفرعان الآخران فإنهما يمتدان للخلف ، وهذه الأفروع الثلاثة فروع جانبية صغيرة عديدة .



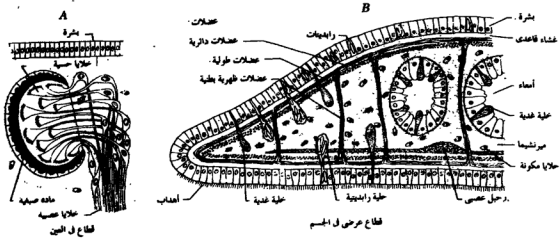
شكل ١٧ - ٢ : البلاتاريا (أ) جزء من الجهاز الإخراجي . (ب) خلية هدية واحدة مكبرة . (عن هاجمان)

المنوية . تتصل الحويصلة المنوية بقضيب يقع في الدهليز التناسلي . يوجد بعض التشابه بين الجهاز الذكري والجهاز الأنثوي ؛ يتركب الجهاز التناسلي الأنثوي من مبيضين مستديرين على الجانبين . يخرج من كل مبيض قناة بيض تمتد بجوارها غدد محبة . تفتح قناتا البيض في مهبل وسطي يتصل به كيس لتخزين المنيات يعرف بالمستودع المنوي . يفتح المهبل في الدهليز التناسلي .

١٧ - ٣ التاريخ الطبيعي

تتحرك البلاتاريا ليلاً على سطح صلب ثابت ، إذ ليس لها القدرة على السباحة بحرية في الماء . وبصفة عامة ، تتحرك البلاتاريا بالإنزلاق . تنزلق الأهداب البطنية على سطح مغلف بمادة مخاطية تفرزها غدد البشرة . والجسم له القدرة على الإنكماش والإنبساط والدوران والرحف ، ويتم ذلك بواسطة التقلصات العضلية . تستجيب البلاتاريا للمؤثرات الآلية أو الكيميائية بطريقة أكثر تنظيماً مما هو في الالاسعات . فتحس البلاتاريا بيئتها الخارجية بواسطة الخلايا أو الأعضاء الحسية . تتحرك البلاتاريا في الاتجاه المطلوب بطريقة منتظمة ، سواء بالاقتراب أو الابتعاد عن هدف معين ، ويحدث ذلك نتيجة للتأزر بين الجهازين العصبي والعضلي (شكل ١٧ - ٤) .

وقد كشفت الدراسات الحديثة عن وجود نوع من التعلم والذاكرة في هذه المخلوقات الدنيا . عند تعرض البلاتاريا لضوء ساطع بصفة متكررة ، لوحظ أنها تستجيب فقط لعدد قليل من دفعات الضوء الأولى ؛ وإذا تعرض الحيوان لصدمات كهربية خفيفة متكررة ، فإنه يستجيب بصفة مستمرة (ينكمش) . بعد ذلك ، قام العلماء بالربط بين التجربتين السابقتين ، ويعني ذلك تعرض البلاتاريا لدفعات ضوء متكررة يليها بوضع ثوان صدمة كهربية . لوحظ بعد ذلك ، أن هذه الودودة تنكمش بعد تعرضها للإضاءة حتى لو لم تتعرض لصدمة كهربية . وهنا حدث تعلم شرطى ، أى أن الودودة



شكل ١٧ - ٣ : البلاتاريا . (أ) قطاع في العين . (ب) قطاع عرضى في الجسم (التراكيب الإخراجية محذوفة) .

تعلمت أن تقرر بين الإضاءة والصدمة الكهربائية . وهذه الإستجابة المكتسبة لا تتركز في المخ . قطعت الدودة المدربة بعد ذلك إلى نصفين ، ثم بعد فترة تجدد النصفان إلى دودتين ، لوحظ بعد ذلك أن كلتي الدودتين ، الناتجتين من الجزء الأمامى والجزء الخلفى ، تستجيبان للضوء . يعنى ذلك أن كل دودة لا زالت تتذكر ما تعلمته . بالإضافة إلى ذلك ، إذا ما أعطيت دودة مدربة كغذاء لدودة غير مدربة ، ثم اختبرت الدودة غير المدربة بعد ذلك ، لوحظ أنها اكتسبت ما تعلمته الديدان المأكولة ، بدليل أنها استجابت للضوء بكفاءة أسرع . تثبت هذه التجارب أن لديدان البلاتاريا ذاكرة ، أى أن لها القدرة على الاحتفاظ بما تعلمته في الجسم ، وتذكره بعد ذلك . من المعتقد أن هذه الديدان تخزن المعلومات في أجزاء متفرقة من الجهاز العصبي ، ويمكنها أن تنتقل من حيوان لآخر عن طريق الخلايا والأنسجة .

لديدان البلاتاريا قدرة كبيرة على التجلد . يعوض الجسم ما يفقده من أجزاء نتيجة للإصابة . إذا قطعت الدودة إلى جزعين أو أكثر ، فإن كل جزء ينمو ويكوّن حيواناً جديداً . تتكاثر بعض الأنواع لا جنسياً بالانشطار (شكل ١٠ - ١) . تتكاثر الديدان المفلطحة أيضاً جنسياً . عند التزاوج ، تلتصق مؤخرتا السطحين البطينين للدودتين ، ثم يولج قضيب كل دودة في الفتحة التناسلية للدودة الأخرى ، وبذلك يحدث تبادل للحيوانات المنوية بين الدودتين . تنفصل الدودتان بعد ذلك . يتم تجميع داخل البيض في كلتا الدودتين ؛ تحاط كل بيضة مخصبة بخلايا محيية . يتجمع البيض بعد ذلك في محفظة ، ثم تخرج المحفظة من الفتحة التناسلية إلى الماء الخارجى . التكوين في البلاتاريا مباشر ، وتنتج كل بيضة دودة صغيرة .

١٧ - ٤ ديدان التربلاريا الأخرى

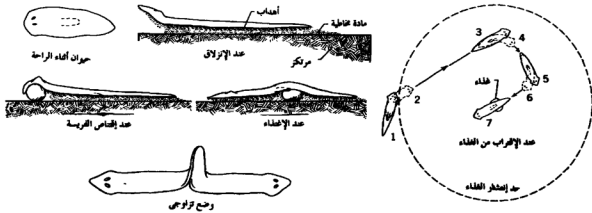
بعض أنواع التربلاريا تعيش في المياه العذبة ، ومعظمها له جسم رفيع ؛ البعض الآخر يعيش في الأماكن الرطبة على الأرض . معظم ديدان التربلاريا بحرية ، تعيش بين الصخور والأسطح الصلبة التي توجد عند شواطئ البحار . وتبتاين أشكلها ، قد تشبه ورقة الشجرة ، أو بيضاوية أو غير ذلك . غالبية ديدان التربلاريا حرة المعيشة ، والقليل منها يعيش متطفلاً ، كما أن البعض يعيش معيشة تكافلية مع غيره من الحيوانات إذ يتعلق بأسطحها الخارجية .

طائفة التريمتودا

تعيش أنواع التريمتودا جميعها كطفيليات ، غالباً على الفقاريات . يغطي الجسم بجليد ، كما يوجد مصم يحيط بالقم ، وممس آخر أو أكثر على السطح البطني . تضم طائفة التريمتودا ثلاث تحت طوائف رئيسية . تحت طائفة المونوجينيا ، وأغلبها طفيليات خارجية على الأسماك والبرمائيات والزواحف ، ولها عائل واحد فقط ، وتمر بطور يرق واحد يسبح في الماء باحثاً عن العائل الأصلي وإن لم يعثر عليه فإنه يموت ، تعطى كل بيضة حيواناً بالغاً واحداً فقط . بعض أنواع المونوجينيا تسبب أوبئة تقتل أسماك المياه العذبة . تحت طائفة الداجينيا جميعها طفيليات داخلية تعيش في أعضاء خاصة بالجسم ، يوجد بدورة حياتها عائلان أو أكثر ، عائل لا فقاري للأطوار اليرقية وآخر فقاري للأطوار البالغة . تحت طائفة الأسيدوبوثرينا تضم طفيليات تعيش في الفقاريات الدنيا والرخويات ، ولا يوجد بها مصم فمى .

١٧ - ٥ دودة كبد الأغنام ، فاشيولا هياتيكا

تعتبر مثالاً للدودة البالغة شائعة في القناة الصفراوية للأغنام ، وتوجد أحياناً في الماشية ، ولكنها نادراً ما تصيب الإنسان . الإصابات الخفيفة تؤدي إلى إعتلال الأغنام ونقص وزنها ، أما الإصابات الشديدة فإنها قد تؤدي إلى الموت .



شكل ١٧ - ٤ : بعض مظاهر النشاط في البلاتاريا (معظمها عن بيرل ١٩٠٣)

الجسم يشبه ورقة الشجر ، يصل طوله إلى ٣٠ سم (شكل ١٧ - ٥) ؛ يُغطى الجسم بجليد قوى . يوجد حول الفم مصص أمامى ، يقع خلفه مباشرة مصص بطنى ، كما توجد فتحة تناسلية بين الممصين .

يبدأ الجهاز الهضمى بالفم الذى يؤدى إلى بلعوم عضلى ماص . الأمعاء ثنائية التفرع ، يخرج من كل فرع تفرعات جانبية عديدة ، لا توجد فتحة شرح . يطرد الغذاء غير المهضوم إلى الخارج عن طريق الفم . تُملأ التجاويف التى بين الأعضاء الداخلية وطبقة العضلات المركبة بيرانشيما خلوية رخوة ، لذلك لا يوجد تجويف للجسم . يحتوى الجهاز الإخراجى على العديد من الخلايا اللمبية التى تتصل بقناة رئيسية واحدة تفتح للخارج بفتحة واحدة خلفية .

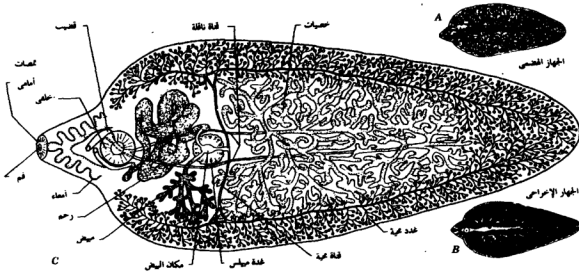
يوجد بالدودة البالغة الواحدة جهازان تناسليان ، ذكرى وأنثوى ، وهما معقدان . يتضمن الجهاز التناسلى الذكرى زوجاً من الخصيات كثيرة التفرع . تؤدى كل خصية إلى قناة ناقلة . تفتح القناتان الناقلتان في غرفة لتخزين المنيات (حويصلة منوية) تتصل بغدة ملحقة وقضيب . يتركب الجهاز التناسلى الأنثوى من مبيض واحد تخرج منه قناة البيض التى تفتح في منطقة مركزية (مكان البيض) . يتقابل في مكان البيض قناتان محبتان وغدة قشرية وكيس لإستقبال المنيات (مستودع منوى) . يفتح الجهازان التناسليان الذكرى والأنثوى للخارج بفتحة تناسلية واحدة . يتم إخصاب البيض داخل الحيوان تحاط البيضة المخصبة بقشرة كما تحتوى على مخ يتنقل البيض إلى رحم ملتف ومنه إلى الخارج عن طريق الفتحة التناسلية في الأغنام ، يمر البيض في القناة الصفراوية ومنها إلى الأمعاء حيث يخرج مع براز العائل . يتطلب نمو البيضة وجود درجة حرارة معتدلة وبيئة رطبة (شكل ١٧ - ٦) . تفقس البيضة وتخرج منها يرقة مهدبة مجهرية (الميراسيديوم) . تسبح اليرقة في الماء ، ولا بد لها أن تجرد في خلال ثمان ساعات نوعاً خاصاً من قواقع المياه العذبة كعائل وسيط ، وإن لم تعثر عليه فإنها تموت . قد يموت القوقع نفسه إذا دخل فيه العديد من اليرقات . في داخل القوقع ، تمر اليرقة بطورين متباينين في الشكل (سيوروسست ، ريديا) ، قد يحدث بهما تكاثر لا جنسى وتزايد في العدد تبعاً لذلك . يتم تحول آخر داخل القوقع ، وينتج عن ذلك يرقة قرصية الشكل (سركاريا) لها مصصات وذيل . تشق السركاريا طريقها خارج جسم القوقع وتسبح في الماء إلى أن تستقر في النهاية على بعض الحشائش . تنحور السركاريا هناك إلى الطور اليرقى الأخير (ميتاسركاريا) الذى يفرز حول نفسه حويصلة لها قدرة على المقاومة . تبقى الميتاسركاريا جية داخل الحويصلة لمدة طويلة قد تصل إلى عدة شهور ، ما لم تتعرض للدرجة حرارة عالية أو لجفاف شديد ، أو أن يتلعضها العائل الأخير . تنتقل هذه الحويصلات إلى العائل الأساسى مع الغذاء ، وعند وصولها إلى الأمعاء ، تتحلل الحويصلات بفعل العصارات الهاضمة . تتطلق الميتاسركاريا وتشق طريقها من الأمعاء إلى الكبد ، ومنه إلى القناة الصفراوية ، حيث تنمو إلى دودة بالغة .

هناك العديد من الإحتمالات التى قد تؤدى إلى عدم إكمال دورة حياة بالغة التعقيد كالتى سبق شرحها ، وبذلك تقلل من فرص البقاء على الحياة لمثل هذه الحيوانات ، ولكن أمكن لهذه الحيوانات

أن تتغلب على هذه المشكلة ، وذلك بأن تُنتج الدودة البالغة عدداً كبيراً من البيض قد يصل إلى ٥٠٠,٠٠٠ بيضة ، بالإضافة إلى ذلك يمكن للمراسيديوم الواحد أن ينتج ما يربو على ٣٠٠ سركاريا في القوقع .

١٧ - ٦ ديدان تريمايتودا أخرى

تضم تحت طائفة الديجيينيا حوالي ٣٠٠٠ نوع معروفة وجميعها تتطفل على الفقاريات من الأسماك إلى الثدييات ، ولكن دورات الحياة المعقدة لهذه الديدان لم يتم دراستها إلا في عدد قليل من الأنواع . العديد من هذه الأنواع تتطفل على الإنسان في الأمعاء ، الكبد ، الرئتين ، أو الدم ، وهي طفيليات شائعة في المناطق الاستوائية ، وتسبب للإنسان العديد من الأمراض والوفيات . من أشد هذه الديدان خطراً على الإنسان ؛ ديدان جنس الشستوسوما ، وهي تعيش في الدم والكبد وتسبب مرض البلهارسيا ، العائل المتوسط لهذه الديدان هو بعض أنواع القواقع التي تعيش في مياه البحيرات الساكنة . من المزعوم أن تزداد معدلات الإصابة بمرض البلهارسيا هذه الأيام نتيجة للإكثار من أعداد البحيرات الصناعية .



شكل ١٧ - ٥ : دودة الكبد للأغنام ، فاشيولاهياتيكا (طائفة التريمايتودا) . (أ) الجهاز الهضمي . (ب) الجهاز الإخراجي ، وكلهما بالحجم الطبيعي . (جـ) منظر بطني للجهاز التناسلي مكبر . يظهر جزء من الجهاز الهضمي عند الطرف الأمامي . (بتصرف من سومر ولاندوا ١٩٨٠)

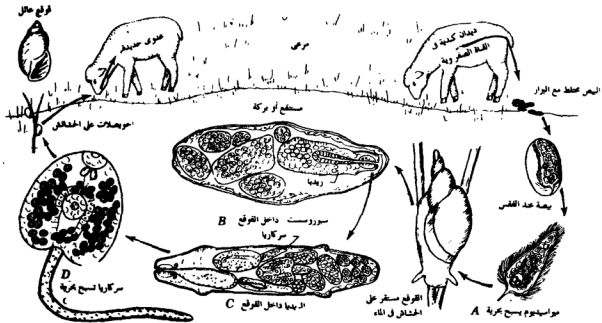
طائفة السكودا

الديدان الشريطية

١٧ - ٧ التركيب والتاريخ الطبيعي

تعتبر جميع ديدان السكودا طفيليات داخلية ، وهي تصيب الفقاريات . هذه الديدان طويلة ونحيفة ، ولها جسم مفلطح مغطى بجليد ومكون من سلسلة من القطع المتصلة تعرف بالأسلات . العديد من الديدان الشريطية تشبه دودة الخنزير الشريطية التي تصيب الإنسان ، تينيا صوليم ، وستدرس هنا كمثال للديدان الشريطية (أشكال ١٧ - ٧ ، ١٧ - ٨) .

يوجد بالطرف الأمامي للجسم رأس صغير يشبه رأس الديوس ؛ يزود الرأس بأربعة محصات وحلقة من الأشواك الخيطية تستخدم في الالتصاق بجدار أمعاء المائل . يتركب الجسم من أسلات قد يصل عددها إلى ألف أسله . يتصل الرأس بالجسم بواسطة عنق ، ومنطقة العنق هي منطقة نمو الدودة ، إذ تكون أسلات جديدة بالتبرعم العرضي . عندما نمثلء أقدم الأسلات الأخيرة بالبيض المنحبس ، فإنها تنفصل ، وتترك جسم المائل إلى الوسط الخارجي .



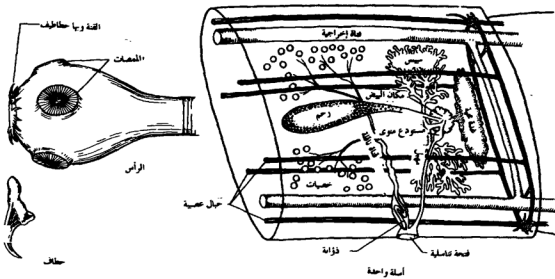
شكل ١٧ - ٦ : دورة الحياة للدودة كبد الأغنام ، فاشيولا هياتيكا ؛ أطوار يرقة $\times 80$ تقريبا ؛ موقع بالجمم الطبيعي تقريبا (التفاصيل عن بولماس ، ١٨٨٣) .

تحتوى كل أسلة على عضلات ، حبال عصبية متصلة بحلقة عصبية تقع فى الرأس ، وفتاتين إخراجيتين مزودتين بجلايا لمبية ، لكن لا توجد أعضاء للهضم . يحصل الطفيل على غذائه بواسطة الانتشار عن طريق سطح الجسم ، إذ أنه يعيش وسط الغذاء المهضوم فى أمعاء العائل .

يوجد بكل أسلة جهاز تناسلى ذكرى وآخر أنثوى (شكل ١٧ - ٧) . قد يحدث تلقيح ذاتى فى نفس الأسلة أو بين أسلة وأخرى من نفس الدودة ، وقد يحدث أيضا تلقيح خلطى بين دودتين فى نفس العائل . تزود البيضة المخصبة بالملح ثم تحاط بقرشرة قوية . يتجمع البيض المخصب فى الرحم ، ويزداد حجم الرحم تبعا لذلك حتى يكاد يملأ الأسلة ، التى تصبح ناضجة ، وتضمر بقية الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية . تنفصل الأسلة بعد ذلك عن بقية الجسم (شكل ١٧ - ٨) . تمر الأسلة لخارج جسم العائل مع البراز . تتحلل الأسلة ويخرج منها البيض . يلتهم العائل المتوسط (الخنزير) البيض مع غذائه . تلوب قشرة البيضة فى العصارة المعوية ، وينطلق الطور اليرقى الأول (أونكوسفير) الذى تكوّن داخل البيضة . تنتقل هذه اليرقة بواسطة الأوعية الدموية أو اللمفية إلى العضلات حيث تنحوصل هناك وتكوّن الدودة المثانية . تنتقل الدودة المثانية إلى أمعاء الإنسان عندما يأكل لحم خنزير لم يتم طهوه جيدا ، وهناك تنمو إلى دودة بالغة .

١٧ - ٨ . ديدان شريطية أخرى

هناك ما يزيد عن ١٥٠٠ نوع من الديدان الشريطية التى تتطفل على العديد من الفقاريات من الأسماك إلى الثدييات . يوجد الطور البالغ عادة فى العائل النهائى ، ولكن تتضمن دورة الحياة عائلًا متوسطًا أو عائلين أحيانا ، وعادة ما يكون العائل المتوسط من مفصليات القدم والفقاريات . من



شكل ١٧ - ٧ : الرأس والأسلة لدودة الخنزير الشريطية ، تينيا سوليم (طائفة السعدا) .

الأمثلة المعروفة للعائل المتوسط والعائل النهائى هي الماشية والإنسان ، الأرنب والكلب أو القط ، قمل أو براغيث الكلب والكلب . في الدودة الشريطية المثانية ، يتعكس الوضع بالنسبة للتسلسل في الحجم ، إذ يعيش الطور البالغ صغير الحجم في الكلب أو الذئب ، أما الطور اليرق كبير الحجم والأكثر خطورة فإنه يعيش في الإنسان وبعض الثدييات الأليفة . بعض الديدان الشريطية لا ضرر منها ، البعض الآخر قد يسبب أمراضاً خطيرة ولكنها نادراً ما تؤدي إلى الموت . تقل معدلات العدوى في الإنسان في البلدان المتحضرة نتيجة لازدياد الوعي الجماهيرى بالنسبة لتجنب العدوى ، وللتقدم العلمى في طرق الكشف والعلاج للمرضى المصابين بالديدان الشريطية ، كما تُجرى أيضاً فحوص مستمرة على اللحوم وكذلك يتم حفظها في تلاجيات ، وبذلك تُمنع اللحوم المصابة من الوصول إلى الناس .

شعبة الخيطيات الديدان المستديرة

الديدان المستديرة أو الخيطيات تتشابه أفرادها بدرجة كبيرة في الشكل العام ؛ لها أجسام اسطوانية رفيعة أو مدببة ، مغطاه بجليد قوى ؛ القناة الهضمية كاملة ؛ لا يوجد تعقيل . شعبة الخيطيات تضم مجموعة كبيرة من الحيوانات ، ومن بين الحيوانات عديدة الخلايا تأتي الخيطيات في المرتبة الثانية بعد الحشرات في أعداد أنواعها . العديد من الخيطيات تعيش حرة في التربة أو الماء ، البعض يعيش كطفيليات على بعض النباتات والحيوانات . هناك بعض أنواع الخيطيات التي تعيش داخل جنود النباتات ، وأنواع أخرى تعيش في الأمعاء أو الدم أو غير ذلك من الأعضاء في الحيوانات . معظم الخيطيات صغيرة أو دقيقة الحجم ، لكن هناك أنواعاً قليلة قد يصل طولها إلى متر . بعض أنواع الخيطيات المتطفلة قد تسبب خسائر بالغة في حيوانات المزرعة وفي بعض المحاصيل الزراعية ، كما أن هناك أنواعاً متطفلة تصيب الإنسان بأمراض خطيرة .

١٧ - ٩ الخصائص

- ١ - التماثل جانبي ؛ تتكون من ثلاث طبقات جرثومية ؛ لا يوجد تعقيل حقيقي أو أطراف .
- ٢ - الجسم رفيع أسطوانى ، مدبب الطرفين ، ومغطى بجليد سميك .
- ٣ - القناة الهضمية كاملة ، أنبوية ، كيسية الشكل ؛ يوجد فم وشرج عند طرفي الجسم الأمامى والخلفى .
- ٤ - توجد ألياف عضلية طويلة فقط ، ونجوىف الجسم غير مبطن (سيلوم كاذب) .
- ٥ - لا توجد أعضاء للدوران أو التنفس ؛ أعضاء الإخراج إثنين أو واحد أو لا توجد .

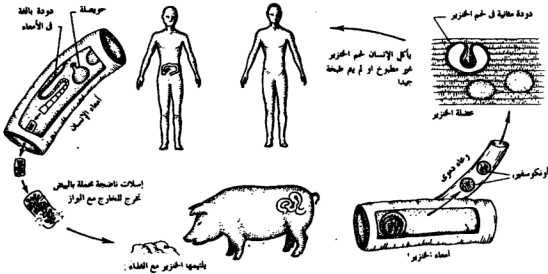
٦ - توجد حلقة عصبية حول المرىء ، وستة أعصاب أمامية ، وأربعة أو أكثر من الأعصاب أو الحبال الخلفية .

٧ - الجنسان منفصلان عادة ، والذكر أصغر حجما من الأنثى ؛ الناسل متصلة بقنوات تناسلية ؛ التلقيح داخل ؛ البيض مجهرى مغلف بقشرة كيتينية ؛ التكوين مباشر ، يمر بعدة إنسلاخات ؛ لا يوجد تكاثر لا جنسى .

تختلف الحيطيات عن الديدان المفلطحة في الشكل ، وفي عدم وجود الأهداب والمصبات ، وفي وجود معى كامل غير متفرع وتجويف للجسم وجنسين منفصلين . يوجد بالجسم عضلات بسيطة تسمح فقط بالانثناء ظهرا لبطن . تجويف الجسم (سيلوم كاذب) غير مبطن بالبريتون ، وهو بذلك لا يشبه السيلوم الحقيقي في الحلقيات أو تجويف الجسم في الديدان المفلطحة والتمريينات المملؤ بالبرانشيما ، لكنه يشبه تجويف الجسم في الدورات . ينتشر الغذاء المهضوم خلال جدار المعى وأيضا خلال السائل الموجود في السيلوم الكاذب . تُطرد بقايا الغذاء غير المهضوم عن طريق الشرج .

١٧ - ١٠ التركيب

الدودة المستديرة الشائعة في أمعاء الإنسان والخنزير هي الإسكارس لاميريكويدس ، وهي ذات لون وردي أو أصفر . يتراوح طول الأنثى من ٨ إلى ١٦ بوصة والذكر من ٦ إلى ١٠ بوصة (شكل ١٧ - ٩) . لهذه الديدان جسم مستدير رفيع مذهب الطرفين ، مغطى بجليد قوى ناعم

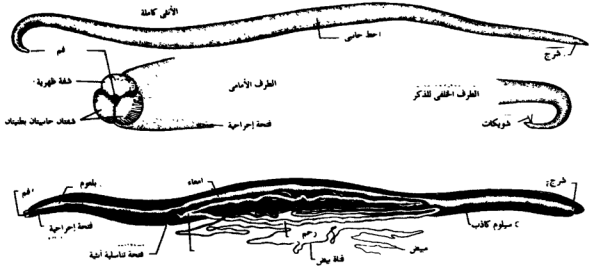


شكل ١٧ - ٨ : دورة حياة دودة الخنزير الشريطية ، تينيا سولم (مقتبسة جزئيا عن يوغسلاوم ، الحيوانات عديدة العمود الفقارى ، بأذن من مطبعة جامعة شيكاغو ، ١٩٣٨) .

مرن . تمتد بطول الجسم أربعة عخطوط طولية بيضاء ، واحد ظهري والآخر بطني ، وخطان جانبيين . يفتح الفم عند الطرف الأمامي للجسم وهو محاط بثلاث شفاه مستديرة تحمل حلمات دقيقة . في الطرف الخلفي من الجسم يوجد الشرج ويبدو كشق عرضي يفتح في السطح البطني . الطرف الخلفي للذكر شديد الالتواء وبه زوج من الشويكات الدقيقة يبرز من الفتحة التناسلية التي تقع في الشرج . الأنثى أكثر استقامة والفتحة التناسلية (الفرج) تفتح في منتصف السطح البطني عند نهاية الثلث الأمامي من الجسم .

جدار الجسم رقيق (شكل ١٧ - ١٠) ويتركب من : (١) الجلد ، لا خلوى تفرزه البشرة ؛ (٢) البشرة ، طبقة بروتولازمية تحتوي على أنوية ولكن لا توجد أغشية الخلايا (لذلك فهو مدمج خلوى) ؛ (٣) الطبقة العضلية ، مقسمة إلى أربعة أجزاء طولية بواسطة البروزات الداخلية للخطوط الطولية الأربعة . تتركب الخلية العضلية من ليفة مغزلية الشكل تمتد طوليا تحت البشرة ، وزائدة سطوية صولجانية الشكل تحتوي على النواة . تكوّن الخطوط الأربعة والخلايا العضلية الحد الخارجي غير المنتظم لتجويف الجسم الذي يحتوي على الأعضاء الداخلية السائبة .

القناة الهضمية عبارة عن أنبوبة مستقيمة وهي تتركب من : (١) الفم ؛ (٢) تجويف فمي صغير ؛ (٣) بلعوم أو مرء قصير ، وهو عضلي ماص يقوم بسحب الغذاء للداخل ؛ (٤) أمعاء ضيقة غير عضلية تتكون من طبقة واحدة من الخلايا الطويلة (تقوم بامتصاص الغذاء المهضوم) مغطاه بجليد من الخارج ؛ (٥) مستقيم يؤدي إلى (٦) الشرج . لا يوجد بالاسكارس أعضاء دورية أو تنفسية . يمتد في الجزء الداخلي لكل خط جانبي قناة إخراجية ، تفتح القنوات الإخراجية بفتحة واحدة



شكل ١٧ - ٩ : ديدان مستديرة من أمعاء الخنزير ، أسكارس ميغالوسفالا (طائفة الخيطيات) . لأعلى ، الصفات الخارجية . لأسفل ، التركيب الداخلي للأنثى .

دقيقة تقع في منتصف السطح البطني خلف القم مباشرة . توجد حلقة عصبية حول المريء ، تتصل بأعصاب أمامية قصيرة وجبال عصبية خلفية لها تفرعات جانبية عديدة ووصلات عرضية . يوجد على سطح الجسم حلمات دقيقة ، يعتقد أن لها وظيفة حسية . العضو التناسلي (المنسل والقناة التناسلية) يكون على شكل أنبوبة رفيعة متصلة يزداد قطرها تدريجياً ، وهي مسدودة عند طرفها الداخلي ، وتلتف جيئةً وذهاباً في تجويف الجسم ، ثم تفتح بالفتحة التناسلية . الجهاز الذكري مفرد ، يتركب من أجزاء متتالية هي (١) خصية لتكوين الحيوانات المنوية ؛ (٢) قناة ناقلة للتوصيل ؛ (٣) حويصلة منوية لحزن الحيوانات المنوية الناضجة ؛ (٤) قناة قاذفة لقذف الحيوانات المنوية ؛ (٥) كيس يحتوي على زوج من الشوكيات القضيبيّة ، يولج في الفتحة التناسلية للأنثى ويساعد على التصاق الذكر بالأنثى أثناء عملية الجماع . الجهاز الأنثوي مزدوج على شكل <، يصل طول كل فرع إلى ١٢٥ سم ، ويتركب من (١) مبيض ؛ (٢) قناة بيض ؛ (٣) رحم ؛ يتحد الرحمان ليكونا (٤) مهبلًا قصيرًا يفتح في (٥) فتحة تناسلية أنثوية (فرج) .

١٧ - ١١ . التاريخ الطبيعي

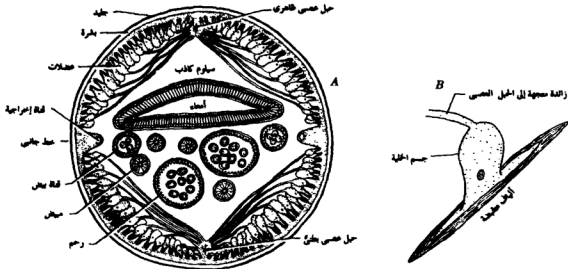
تتطفل دودة الاسكارس البالغة في أمعاء المائل ، ومما لا شك فيه أن هذه الدودة تواجه مشكلات معيشية غير تلك التي يقابلها حيوان حر المعيشة . من الواضح أنه ليس من السهل دراسة العمليات الفسيولوجية التي تتم في الطفيل الداخلي في بيئته الطبيعية ، ولكن يبدو أن : (١) الحركة والمحافظة على الوضع تتم أساساً بواسطة انثناءات الجسم ظهراً لبطن ، (٢) يحمي الجليد الدودة الحية من تأثير المصلرات الهاضمة للمائل ، (٣) يحصل الطفيل على غذائه من المواد شبه السائلة التي توجد في أمعاء المائل ، يُدفع الغذاء في القناة الهضمية بواسطة المريء العضلي للدودة ؛ وبعد عملية الهضم يمر الغذاء المهضوم خلال جدار الأمعاء ، ثم يقوم السائل في تجويف الجسم بتوزيعه على الأنسجة المختلفة ؛ (٤) تعتمد عملية التنفس على تحلل الجليكوجين في جسم الدودة ، إذ لا توجد إلا كميات قليلة من الأوكسجين في أمعاء المائل ؛ (٥) يمكن اعتبار الحلمات الحسية مستقبلات للمؤثرات الكيميائية واللمسية .

١٧ - ١٢ . التكاثر

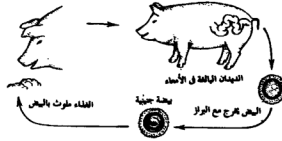
يحدث تزاوج بين الذكر والأنثى في أمعاء المائل . يتم إخصاب البيض في قناة البيض بالأنثى . تحاط البيضة بقشرة كيتينية صلبة (طولها من ٤٥ إلى ٧٥ ملليمكرون وعرضها من ٣٥ إلى ٥٠ ملليمكرون) . تحتوي الأنثى الكبيرة على ما يقرب من ٢٧ مليون بيضة في المرة الواحدة ، وتضع ٢٠٠,٠٠٠ بيضة أو أكثر يومياً (شكل ١٧ - ١١) . ينتقل البيض من الدودة الأنثى إلى أمعاء المائل ، ثم يخرج مع البراز إلى الخارج . تحتاج البيضة إلى فترة تكوين كي تصبح معدية لمائل آخر . يمكن للبيضة، أن تبقى في حالة سكون لمدة أشهر في الظروف غير الملائمة من الجفاف أو البرد ،

ولكنها تنضج في خلال أسبوعين أو ثلاثة في الأماكن الرطبة الدافئة الظليلة . تحدث العدوى للإنسان عندما يتلصق البيض الجنيني (يمتص على ديدان جنينية) مع الغذاء أو ماء الشرب . عند وصول البيض إلى أمعاء المائل ، يفقس وتخرج منه يرقات صغيرة (طولها من ٠.٢ إلى ٠.٣ مم) . تمر هذه اليرقات في الأوردة أو الأوعية اللمفية التي توجد في جدار الأمعاء ، وتنقل إلى القلب ومنه إلى الشعيرات الدموية للرئتين ، وأثناء ذلك تكبر اليرقة في الحجم . بعد أيام قليلة ، تنشق الرقبات طريقتها إلى الممرات الهوائية وتنقل عن طريق القصبة الهوائية والمرى والمعدة إلى أن تصل إلى الأمعاء مرة أخرى ؛ وهناك تنمو إلى ديدان بالغة .

لا يوجد عائل متوسط في دورة حياة الأسكارس . تحصل الخنازير الصغيرة على البيض من تربة ملوثة بمخاطرة الخنازير أو من القاذورات التي تعلق بضرع أنثى الخنزير عند الرضاعة . الخنازير البالغة لديها عادة مناعة ضد العدوى ، والديدان التي تعيش بها تكون قد حصلت عليها منذ الصغر . الإصابة بالأسكارس شائعة بين الناس وخاصة في الريف . ديدان الأسكارس التي توجد في الإنسان تتشابه تركيباً مع تلك التي توجد في الخنزير ، ولكنهما يختلفان من الناحية الفسيولوجية ، وذلك أن البيض المعدى لأسكارس الإنسان لا يكون عادة حيوانات بالغة إذا ما وجد في الخنزير ، والعكس صحيح . إنتقال يرقات عديدة إلى الرئتين قد يسبب إلتهاًباً محلياً وأحياناً إلتهاًباً رئوياً . قد تفرز ديدان الأسكارس البالغة مواداً سامة في أمعاء المائل ، وإذا إزداد عدد الديدان كثيراً فربما تحدث إنسداداً في الأمعاء . تهاجر الديدان أحياناً إلى الفم أو الأنف ، وقد تخترق جدار الأمعاء وتهاجم أعضاء أخرى مسببة أمراضاً خطيرة قد تؤدي إلى وفاة المائل . قد تكون لبعض الحيوانات والإنسان حساسية ضد إفرازات ديدان الأسكارس .



شكل ١٧ - ١٠ : الأسكارس ؛ (أ) مقطع عرضي في الأنثى ؛ (ب) خلية عضية واحدة . كلا الشكلين مكبران .



شكل ١٧ - ١١ : الإسكارس . دورة الحياة في الخنزير (مقتبسة عن كوتز ورياسير ، مطبعة جامعة ولاية أوهايو ، ١٩٥١)

١٧ - ١٣ خيطيات أخرى

بعض الديدان المتطفلة لها أسنان قاطعة أو خطاطيف في الفم تقوم بوظيفة الإنصاق والتغذية ؛ وبعض الديدان التي تتطفل على جذور النباتات لها حربة مجوفة حادة تقوم بثقب الخلايا ، كما أن لها مرىء عضلي يمتص عصارات الخلايا . يحمل الجليد في العديد من الأنواع حر المعيشة أهدابا أو أشواكا أو قشورا تساعد الحيوان في الزحف في التربة . بعض الخيطيات المفترسة له فم كبير مزود بأسنان .

الخيطيات حرة المعيشة تعيش في العديد من البيئات المتباينة ، فتوجد في التربة الرطبة ، وفي الشواطئ الرملية للمحيطات ، وفي المياه العذبة والراكدة والمالحة ، وعلى شواطئ البحيرات والأنهار وفي القاع أيضا ، كما توجد في مرشحات الانشعاعات المائية ، وفي الينابيع الحارة والبحار القطبية بين الثلوج . قد تحتوى الطبقة العليا من التربة الطينية (٣ بوصة أو ٧,٦ سم) على ثلاثة بلايين دودة خيطية . بعض خيطيات التربة تسبب أضرارا بالغة للمحاصيل النباتية ، البعض الآخر لا ضرر له ، كما أن هناك بعض الأنواع التي تفترس خيطيات أخرى نافعة . الخيطيات التي تتطفل على النباتات تعيش في أجزاء متباينة من النبات ، إذ توجد في الجذور والبنور والثمار والمواد الصمغية وأبط الأوراق وشقوق القلف والعقد .

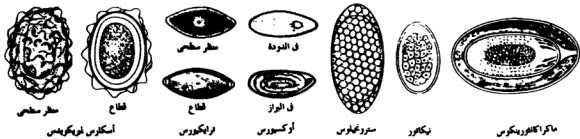
١٧ - ١٤ علاقة الخيطيات بالإنسان

كثير من الأنواع التي تعيش متطفلة على الإنسان وحيواناته الأليفة ونباتاته الزراعية ، ذات أهمية عملية كبرى ، فبعضها يسبب ضررا بسيطا أو لا ضرر له ، البعض الآخر قد يضعف القدرة الجسمانية والعقلية للإنسان وقد يؤدي ذلك إلى الوفاة في النهاية . ومدى التأثير الذي تحدثه هذه الخيطيات يتوقف على نوع الدودة وأعدادها الموجودة في جسم المائل بالإضافة إلى بعض العوامل

الأخرى . وهناك ما يزيد عن ٥٠ نوعاً من الخيطيات تتطفل على الإنسان ، كما تتطفل أنواع أخرى على حيوانات المزرعة والدواجن وجميع أنواع الفقاريات البرية والعديد من اللافقاريات المتنوعة . بصفة عامة ، يمكن للخيطيات أن تغزو أى عضو فى جسم الحيوان الفقارى ، كالمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة والرئة والثانة والعضلات والدم الخ . لكل نوع من الخيطيات عائل معين أو أكثر ، ومن حين لآخر قد يغزو عوائل أخرى ؛ وهو عادة يعيش فى عضو معين من جسم العائل . معظم الخيطيات المتطفلة لها بيض أو يرقات تعيش حرة فى التربة أو الماء . قد يحدث أحياناً أن يحتوى العائل على عدد كبير جداً من الديدان ، على سبيل المثال ، قد يوجد فى معدة الإنسان ما يعادل نصف لتر تقريباً من الديدان ، أو ٤٠,٠٠٠ دودة فى كل ٥٠ رطل (٢٢,٧ كيلو جرام) من حيوان ثديى . يمكن الكشف عن الإصابة بديدان الأمعاء عن طريق الفحص المجهرى للبيض فى عينة من البراز ، وللمعظم أنواع الديدان بيض يميز بالحجم والشكل والتركيب (شكل ١٧ - ١٢) . يجب معالجة المصابين حتى يتخلصوا من الخيطيات ، وذلك باستخدام بعض العقاقير غير السامة للعائل ، والتي تجعل الدودة ترخي قبضتها من جدار الأمعاء وتخرج مع البراز إلى الخارج

١٧ - ١٥ خيطيات الجذور (شكل ١٧ - ١٣) .

الخيطيات الشائعة فى الحدائق (هيتروديرا راديسيكولا ، ه . مارويوني) وجدت فى أكثر من ١٠٠٠ صنف من النباتات ، وهى تحدث أضراراً فى ٧٥ صنف من المحاصيل الزراعية وأشجار الفاكهة وأشجار الظل والشجيرات والأعشاب . تضع هذه الديدان الخيطية البيض فى جذور النباتات أو فى التربة ، وعندما تخرج الصغار من البيض تخترق الجذور الصغيرة وتتغذى على أنسجتها . نتيجة لذلك تتكون إنتفاخات صغيرة فى الجذور حول الديدان ، تعرف بالعقد الجذرية (شكل ١٧ - ١٤) . يتميز الذكر البالغ بحجمه الرفيع (طوله ١,٢ - ١,٥ م) أما الأنثى فلها جسم منتفخ (٠,٨ × ٠,٥ م) . تنتج الأنثى من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ بيضة . قد يحدث إخصاب ولكنه غير ضرورى . فى التربة ، تستلزم دورة الحياة ثلاثة أشهر تقريباً عند ٥٥° ف (١٤,٤° م) ولكنها تتم فى أقل من شهر عند درجة حرارة ٨١° ف (٢٧,٢° م) ، ومن ثم كان

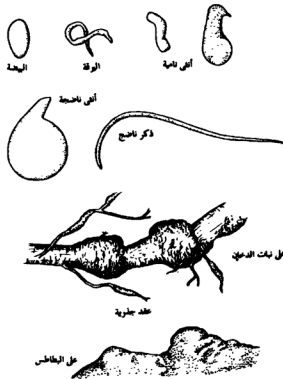


شكل ١٧ - ١٢ : البيض لخمس أنواع من الخيطيات ونوع واحد من الأكاثو سفلا (ماکر کاثو نیکوس) . وجميعها مكبرة بدرجة كبيرة (عن وارد ١٩٠٧)

من الممكن تواجد عدة أجيال في السنة في الولايات النافذة الجنوبية والغربية . يمكن لليرقات أن تتحمل فترة جفاف وهي داخل العقد الجلدية ، كما يمكنها أن تعيش عند درجة الصفر المئوي (٣٢° ف) ولكنها تموت إذا تعرضت لدرجات حرارة أقل من ذلك . العقد الجلدية تسبب ضعف النبات وقد تؤدي إلى موته ، كما أن التربة المصابة بهذه الديدان لا تنتج عادة محاصيل جيدة . تنتقل الديدان إلى الأرض الجديدة عن طريق النباتات أو التربة أو السماد أو أدوات الزراعة أو مياه الري . وإذا ما إنتشرت هذه الديدان في التربة ، فإنه يصبح من الصعب القضاء عليها . وقد أمكن للمختصين بشئون الزراعة * مسب على هذه المشكلة ، وذلك بإنتاج سلالات مختارة من النباتات الإقتصادية يمكنها مقاومة هذه الديدان الحيطية .

١٧ - ١٦ الديدان الحيطية

تنتشر الديدان الحيطية على شكل وباء بين مواطني المناطق الإستوائية وشبه الاستوائية ، وخاصة بين أفراد الطبقات الفقيرة الذين يسرون حفاة الأقدام ولا يستعملون مراحيض صحية ؛ قد يصل معدل الإصابة بين هذه الطبقات إلى ٩٥٪ . العديد من سكان الولايات الأمريكية الجنوبية الشرقية



شكل ١٧ - ١٣ : الدودة الحيطية لعقدة الجنر (هيتوديرا) . البقرة والورقة والحويان البالغ جميعها مكررة جدا . عقد الجنر التي تنتج من الديدان بالحجم الطبيعي تقريبا . (عن تايلر ١٩٣٣) .

يعانون من الأمراض التي تسببها الديدان الخطافية ، كما تنتشر هذه الأمراض أيضا بين عمال المناجم والأنفاق . تعتبر الأنكلستوما ديودينالي واليكاتورأمريكالس من أهم الديدان الخطافية الشائعة التي تصيب الإنسان ، والنوع الأخير ينتشر في الولايات المتحدة .

الدودة البالغة يتراوح طولها بين ٨ و ١٣ سم ، ويوجد بالقم أسنان حادة قاطعة (شكل ١٧ - ١٥) . تلتصق الدودة بجدار الأمعاء الدقيقة وتمتص الدم والليمف وقطعا من الغشاء المخاطي بواسطة بلعومها الماص . وبما يسهل عملية التغذية ، أن الدودة تفرز مادة تمنع تجلط دم المائل . قد تمتص الدودة كمية من الدم أكبر مما تحضمه ، والجرح الذي تحدثه قد ينزف بخزارة مما يؤدي إلى إصابة المائل بالإنيميا .

يتم تزاوج الديدان الخطافية داخل أمعاء المائل ، وتضع الأنثى عدة آلاف من البيض المخضب يوميا . يخرج البيض مع البراز ، وعند نزوله في الأماكن الداخلة الرطبة الظليلة فإنه يهضم خلال ٢٤ - ٤٨ ساعة ؛ تنغذى اليرقات على المواد العضوية المتحللة . تصبح اليرقة معدبة للإنسان عندما يصل طولها إلى ٠,٥ سم ، تحترق اليرقة جلد المائل اللين على جانبي القدم وتسبب ما يعرف به « حكة الأرض » . تسير اليرقات في الأوعية الدموية والليمفية إلى القلب ومنه إلى الرئتين ، وهناك تحترق الشعيرات الدموية وتنقل إلى التجاويف الهوائية ، ثم تمر في القصبة الهوائية ومنها إلى المريء فالأمعاء . تصبح الدودة ناضجة ، وقد تعيش في الأمعاء لعدة شهور أو سنوات . عند تعرض الإنسان لعدوى متكررة ، فإن ذلك يؤدي إلى تثبيت أقدم الدودة في جسم المائل .

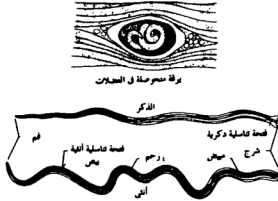
قد يوجد بجسم الطفل مائة دودة خطافية أو أكثر ، ويتعرض هذا الطفل للإصابة بتأخر جسماني وعقلي ؛ وبصفة عامة فإن المصابين من جميع الأعمار يعانون من الأنيميا ومن ضعف عام ، كما أنهم يكونون أكثر تعرضا للإصابة بأمراض أخرى . ويمكن علاج المرضى طيبا للتخلص من هذه الطفيليات ، كما يمكن منع إنتشار العدوى وذلك بارتداء الأحذية والتهيز في مرابض صحية . تعيش بعض الديدان الخطافية في الحيوانات المستأنسة والبرية :



شكل ١٧ - ١٤ : جذور نبات فول يما . إلى اليسار ، عقد ناتجة من الإصابة بحبيطات جذرية . إلى اليمين ، سلالة لديها مقاومة ، لا توجد بها إصابة - وهي من مكاسب الأبحاث التطبيقية (الصورة عن ر . م آلارد)



شكل ١٧ - ١٥ : الديدان الخطافية . (أ) منظر أمامي للقم في الإنكلستوما ديودينالي بين الأسنان . (ب) الإنكلستوما كانيوم متعلقة بجدار الأمعاء في الكلب . كلا الشكلين مكبران . (عن ستايل ؛ ولويس ١) .



شكل ١٧ - ١٦ : دودة التريخينا ، تريكتيلا سيورالس . مكبرة . لأسفل الديدان البالغة .

١٧ - ١٧ . دودة التريخينا

تريكتيلا سيورالس . تعيش كيرقة دقيقة متحوصة في العضلات المخططة للخنزير والقار المنزلي والإنسان (شكل ١٧ - ١٦) ، كما توجد أيضا في القطط والكلاب والديبة السوداء . تنتقل العدوى من عائل لآخر ، وذلك عندما يأكل عائل لحماً مصاباً بهذه اليرقات . تنوب الحويصلات بفعل المصارات الماضمة للعائل وتنطلق اليرقات في أمعاء العائل الجديد . وفي خلال يومين تصبح هذه اليرقات ديداناً ناضجة جنسياً . تتراوح هذه الديدان ، طول الذكر حوالي ١,٥ م وطول الأنثى ٣ - ٤ م . تخفر الأنثى في جدار الأمعاء ، وتبقى هناك لفترة ؛ تنتج الأنثى الواحدة حوالي ١٥٠٠ يرقة ويبلغ طول الواحدة ٠,١ م تقريبا . تشق هذه اليرقات طريقها إلى العضلات الهيكلية . تنمو اليرقة هناك إلى أن يصل طولها إلى ١ م ، ثم تتنوى على نفسها ، وبعد ذلك تحيط نفسها بحويصلة ، قد تتكلس الحويصلة فيما بعد . لا تتحول اليرقة إلى دودة بالغة إلا إذا أكل عائل ثديي آخر اللحم الذي توجد فيه . في الإنسان قد تبقى هذه اليرقات حية داخل الحويصلات لسنين طويلة .

لا تسبب الإصابات البسيطة أية أعراض مرضية ، وحوالي ١٦٪ من مواطني الولايات المتحدة مصابون ببعض التريخينا المتحوصة . الأصابات الشديدة تسبب مرض التريخينا ، وقد يكون شديد الوطأة ويؤدي إلى الموت في النهاية . لا يوجد علاج خاص لهذا المرض ، والشفاء منه يتم ببطء . تصاب الخنازير والفقران بالعدوى عندما تأكل نفايات السلخانات أو الزبالة أو جيف الحيوانات التي توجد بها اليرقات المتحوصة . تنتقل العدوى للإنسان عندما يأكل لحم خنزير (وأحيانا لحم دب) مصاب بالحويصلات المجهرية . الكشف على لحم الخنازير في السلخانات يكون غير عملي من الناحية الاقتصادية ، والطريقة الوحيدة للوقاية من المرض هي أن يُطبخ لحم الخنزير جيداً عند درجة ٥١٣٧° ف (٥٥٨ م) . اللون الوردي للحم يدل على أنه غير جيد الطهي . سيق السلامي أو لحم الهيدشيز من الخنزير قد يصبح مصلداً للخطر إذا لم يتم طبخه جيداً . طريقة التبريد عند - ٥١٠° ف (- ٥٢٣ م) لمدة ثلاثة أيام تقتل جميع اليرقات عادة .

مراجعة

- ١ - أذكر أوجه الاختلاف المميزة بين دودة مفلطحة وحيوان من اللاسعات .
- ٢ - كيف تقوم البلاتاريا بوظيفة التغذية والتنفس والإخراج ؟
- ٣ - قارن بين أوجه الشبه والاختلاف من الناحية التركيبية بين البلاتاريا ودودة من الترمياتودا .
- ٤ - ما هي أهم المواضع الممكنة في دورة حياة دودة الكبد التي يمكن منها السيطرة عليها ؟
- ٥ - ما هي أوجه الاختلاف بين دودة شريطية وبلاتاريا من ناحية طريقة التغذية والتكاثر ؟
- ٦ - ماهي المزايا والمضار التي تعود على الدودة الشريطية من كونها تعيش بالتبادل في عائلتين مختلفين ؟
- ٧ - أذكر بعض الصفات التي تميز بين الديدان المستديرة والديدان المفلطحة .
- ٨ - ما هي القناة الهضمية الكاملة ؟ هل تعتبر مميزة عن القناة غير الكاملة ؟
- ٩ - ما هي أوجه التشابه بين الجهاز التناسلي الذكري والجهاز التناسلي الأنثوي للأسكارس ، وما هي أوجه الاختلاف بينهما من ناحية التركيب والوظيفة ؟
- ١٠ - أذكر بعض الخيوطيات ذات القيمة الاقتصادية ، ثم حدد كيف تؤثر كل منها على حياة الإنسان .
- ١١ - ما هي طرق الوقاية من مرض التريخينا ؟ ومرض الدودة الخطافية ؟

الفصل الثامن عشر

الجلد شوكلات ومجموعات متنوعة شعبة الجلد شوكلات (نجوم البحر وحليفاتها)

الجلد شوكلات تعتبر من الحيوانات المألوفة الواسعة الإنتشار في شواطئ البحار ، ومن السهل التعرف عليها من صفاتها الخارجية (شكل ١٨ - ١) . نجم البحر له أذرع يتراوح عددها من ٥ إلى ٥٠ ذراعاً وهي متصلة بقرص مركزي (شكل ١٨ - ١) . نجم البحر المش له خمسة أذرع مفصلية مرنة رفيعة تنشأ من قرص مركزي صغير . قفد البحر له شكل نصف كروي كما أن له صدفة صلبة تحمل أشواكاً طويلة متحركة ، دولار الرمل وبسكويت البحر تكون على شكل أقراص مفلطحة صلبة . زنايق البحر تشبه الزهور ، لها جسم كأسى الشكل يحمل خمسة أذرع رفيعة متفرعة . خيار البحر له جسم رخو يشبه السحق . العديد من حيوانات هذه الشعبة ذو تماثل شعاعي ، وجميعها حرة المعيشة ولكنها بطيئة الحركة . توجد هذه الحيوانات بكثرة ولكنها لا تكون مستعمرات . الجلد شوكلات جميعها بحرية ، وتنتشر من مناطق المد والجزر إلى الأعماق البعيدة - قد تتجاوز ٣٠,٠٠٠ قدم (٩٠٠٠ متر) .

١٨ - ١ الخصائص

- ١ - حيوانات ذات تماثل شعاعي ، محاسية التماثل عادة ؛ أو ذات تماثل جانبي ؛ لا يوجد رأس أو تعقيل ؛ العديد منها له أقدام أنبوية تساعد في الحركة واقتناص الغذاء والتنفس .
- ٢ - الجسم مغطى ببشرة رخوة تحيط بهيكل صلب (ميزودرمي) ، يتركب من صفائح جيرية ثابتة أو قابلة للحركة وأشواك (في خيار البحر يكون الجلد رخواً والصفائح جيرية) .
- ٣ - القناة الهضمية بسيطة (لا يوجد شرح في نجم البحر المش) ؛ تجويف الجسم مهذب (سيلوم) ، وهو واسع عادة ويمتلئ بسائل به خلايا سائبة (خلايا أميبية) ؛ التنفس يتم بواسطة خياشيم دقيقة (حلمات جلدية) تبرز من تجويف الجسم ، أو الأقدام الأنبوية ، أو الشجرة التنفسية

(في خيار البحر) .

٤ - الجنسان منفصلان ، ولكنهما يتشابهان خارجياً ؛ المناسل كبيرة والقنوات التناسلية بسيطة ، البيض بأعداد كبيرة ، يتم الإخصاب عادة في البحر ؛ البرقات ذات تماثل جانبي وهي دقيقة ومهدبة ، تسبح بحرية في الماء ، وتمر بمراحل تحور معقدة .

الجلد شوكلات كانت في وقت ما مرتبطة باللاسعات وكانت تضمهما مجموعة الشعاعيات ، نظراً لأن لهما تماثلاً شعاعياً ؛ ولكن الجلد شوكلات الآن وضعت في مرتبة أعلى بين اللاقناريات . الجلد شوكلات مع الحليبات يكونان الشعبتين الرئيسيتين لتحت قسم ثانويات الفم . من الواضح أن هناك بعض الصفات المشتركة التي تجمع بين الجلد شوكلات والحليبات مثل : (١) وجود هيكل ميزودرمي داخلي وليس خارجياً كما في بعض اللاقناريات الأخرى ؛ (٢) يتكون الميزودرم في الجنين من إنبعاث للخارج من المعى الأولى ؛ (٣) يتكون الشرج من فتحة الجاسترولة الجنينية ؛ (٤) ينشأ الفم من إنبعاث لإكودرمي داخلي وليس من فتحة الجاسترولة . من المعتقد أن الجلد شوكلات قد إرتدت أصلاً عن نوع كان أكثر رقيقاً ونشاطاً ، حيث أن البرقات جانبية التماثل وحررة الحركة ، في حين أن الحيوانات البالغة شعاعية التماثل ومستقرة . التماثل الشعاعي وعدم وجود رأس يمكن الحيوان المستقر من إستقبال المؤثرات من جميع الجهات بشكل متعادل . نشأت الجلد شوكلات كمجموعة من أصل قديم . وقد تركت هيكل الجلد شوكلات الجبرية سجلاً حفرياً وافياً ولفترة طويلة منذ العصر الكامبري حتى الآن .


يبلغ قطر أصغر الجلد شوكلات حجماً $\frac{1}{2}$ بوصة (١,٣ سم) ، في حين أن أكبر نجم بحر (ييكنوبوديا) يصل إلى ٣٢ بوصة (٨١ سم) ، وضخم قنفذ بحر له صدفة قطرها ١٢ بوصة (٣٠ سم) ، وأطول خيار بحر يبلغ طوله ٦ قدم (١,٨ متر) وقطره ٢ بوصة (٥ سم) .

طائفة النجميات (نجوم البحر)

١٨ - ٢ التركيب .

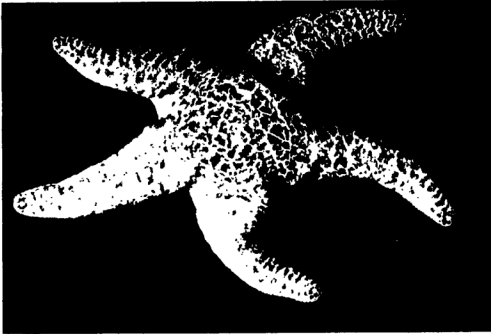
يتكون جسم نجم البحر الشائع (أستيرياس) من خمسة أذرع مدمية متصلة بقرص مركزي (أشكال ١٨ - ٢ ، ١٨ - ٣) . يوجد على السطح العلوي اللافي أشواك عديدة غير حادة صلبة وقصيرة ، تنشأ كبروزات من الهيكل الداخلي ، كما توجد أيضاً خياشيم (خياشيم جلدية) عديدة دقيقة رخوة تبرز من تحييف الجسم . يوجد حول الأشواك وفي كل مكان تقريباً ملاقط دقيقة ، يزود الملقط بفكين ينطبقان بشدة عند لمسهما . تعمل الملقط على إبعاد النفايات عن سطح الجسم ، كما تساعد في إقتصاص الغذاء . يوجد بالقرب من مركز السطح اللافي فتحة صغيرة جداً هي فتحة الشرج كما توجد بالقرب منها صفيحة جيرية مستديرة تعرف بالصفاءة . يقع الفم عند مركز السطح السفلي أو القمي ؛ يتند من الفم في كل ذراع ميزاب للمشى ، تبرز على حافته أشواك كبيرة ، كما يوجد به العديد من الأقدام الأنبوية مرتبة في أربعة صفوف (أو صفين) . يعمل طرف

الخارجى . بذلك تعمل القدم الأنبوية كأنبوبة ماصة . قد تعمل كل قدم أنبوية مستقلة عن الأخرى ، وقد تتعاون جميعها وتؤدي عملها بطريقة منسقة . الأقدام الأنبوية تساعد الحيوان على الالتصاق بالصخور أو القاع ، وعلى الحركة ، وفي إقتناص الغذاء وتناوله .

يتكون الجهاز الهضمى من (١) الفم ؛ (٢) المعدة ، وتركب من جزئين ، جزء سفلى كبير (فؤادى) له جدران عضلية متغضنه رفيعة ، وقسم صغير (بواى) متصل بقنوات لها شكل  ممثلة من خمسة أزواج من غدد هضمية (أعلاور كبدية) توجد فى الأذرع ؛ (٣) أمعاء قصيرة جدا ؛ (٤) الشرج . الجهازان الدورى والعصبى مختزلان ويصعب رؤيتهما . الجنسان منفصلان . يوجد بكل ذراع منسلان يتصلان بقناة صغيرة تفتح للخارج على القرص المركزى .

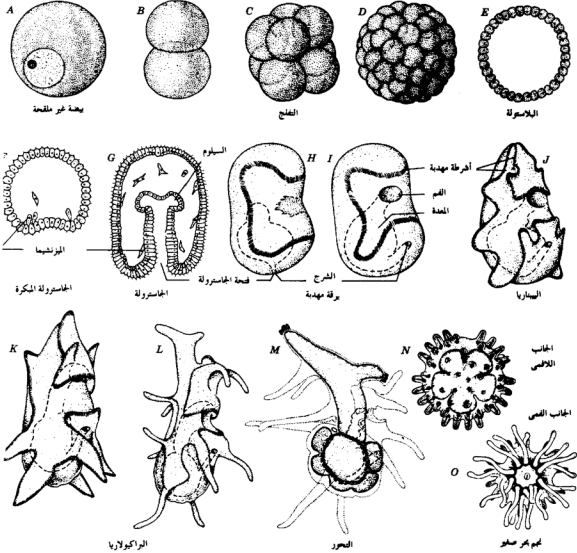
١٨ - ٣ التاريخ الطبيعى

يعيش نجم البحر ملتصقا بمرتكز صلب نقى . يمكن للحيوان أن يأوى فى شق بين الصخور ، كما يمكنه أن ينثى ببطء عند الحركة . يلتصق الحيوان بأى نوع من الأسطح مستخدما أقدامه الأنبوية . تم الحركة كالآتى : أحد الأذرع المتجه لهدف معين يرتفع قليلا عن المرتكز ، تمتد بعد ذلك أقدامه الأنبوية السفلية للأمام بمقدار بوصة تقريبا ثم تلتصق بسطح جديد . تنقبض الأقدام الأنبوية وبذلك تسحب الجسم كله للأمام . يمكن لنجم البحر أن يتحرك فى أى اتجاه ، وبمجرد أن يبدأ فى التحرك ، فإنه يعمل على تنسيق حركات الأذرع والأقدام الأنبوية . إذا إنقلب الحيوان وأصبح سطحه القمى



شكل ١٨ ٢ : نجم البحر (ياستر) / إهداء من جارى ماكديونالد

البحر على محار كبير ، فإنه يجهز بأذرع على فريسته ، ثم تلتصق الأقدام الأنبوية بصدفه المحار . يبرز نجم البحر معدته الرقيقة ثم يدفع بها في الفجوات بين حافتي مصراعي الصدفة ، تُفرز الإنزيمات بعد ذلك من الغدد الهضمية ويتم هضم الفريسة . تُفتح صدفة الفريسة أحيانا أثناء عملية الهضم ، وقد يعزى ذلك إلى ضعف عضلات المحار بفعل الإنزيمات الهاضمة لنجم البحر . وكان الاعتقاد السائد



شكل ١٨ - ٥ : التكوين في نجم البحر ، إستيرياس فولجاريس . اليبلاستولة (هـ) والجاسترولة (و ، ز) مينة على شكل قطاعات ؛ (ز) بين هجرة الخلايا الميزنيمية وتبرعم التجاويف السليوية من المي القديم . فتحة الجاسترولة تصبح الشرج (ح) ، وينغمد المي الأمامي ليكون القم (ط) ، يرقعة البيئاريا ذات القنائل الجانبي (ي) تكون ثلاث أزواج من القصوص الجانبية التي تستطيل في يرقعة البراكيولاريا (ك ، ل) ، كما يتكون غيرها على السطح البطني . يتكون نجم البحر على الجانب الأيمن السفلي للبراكيولاريا (م) ، في حين تنحصر الأجزاء العلوية (مقبسة من فيلد ، جونو ، بروكس)

١٨ - ٤ التكاثف

This diagram illustrates the internal anatomy of a human head. The labels include:

- فجوات ناسية**: Nasal cavities
- بؤرات**: Optic chiasm
- مخافة**: Olfactory bulb
- مسل**: Masticatory muscles
- قناة حجرية**: Semicircular canals
- أعصاب**: Nerves
- مغلفا**: Meninges
- طلاعات**: Tympanic membrane
- حبل فيه**: Cord
- امداد**: Duct
- فهم**: Fovea
- جيشوم**: Gland
- أقدام البوية**: Ovarian follicles
- أذنوك**: Ears
- صاح (مشككة)**: Voice box
- مزراققة**: Zygomatic bone
- شرح**: Skull base
- مخافة**: Olfactory bulb

جلد شوکیات آخری

تتميز الجلد شوكلات هذه بأن لها قرصاً مركزياً مستديراً صغيراً وخمسة أذرع طويلة ، رفيعة ، مرنة وهشة . تظهر بكل ذراع عقل عديدة متشابهة ، صلبة تقريبا ، ومزودة بمفاصل الحق والكرة

وبالعضلات . الأقدام الأنبوية صغيرة وليس لها ممصات . توجد جميع أعضاء الهضم والتناسل داخل القرص ، لا يوجد شرج . نجم البحر السلى له أذرع عديدة التفرع .

تحتوى نجوم البحر الثعبانية أثناء النهار تحت الصخور ، أو بين الأعشاب البحرية ، أو تدفن نفسها في الرمل أو الطين ، ولكنها تنشط ليلاً . تتحرك هذه الحيوانات بحركات سريعة شبيهة بحركة الثعبان ، وهي تقبض على الأشياء بنراوع واحدة أو أكثر ، أما بقية الأذرع فتستخدمها في دفع جسمها للأمام . وهذه الحيوانات القادرة على السباحة الحرة بواسطة الأذرع ، تماماً كما يفعل الإنسان . تنغذى نجوم البحر الثعبانية على القشريات والرخويات الصغيرة والمواد العضوية المتحللة . الجنسان منفصلان عادة في هذه الحيوانات ، وهي تطلق البيض والحيوانات المنوية إلى ماء البحر ؛ تتكون يرقة البلوتوس ولها أذرع طويلة . يحدث تخور بعد ذلك كما في نجم البحر . تتكسر أذرع نجوم البحر الهشة أو تنفصل بسهولة ، في بعض الأنواع قد يُفقد معظم القرص المركزى ، ولكن يمكن للحيوان أن يجدد هذه الأجزاء المفقودة بسهولة .

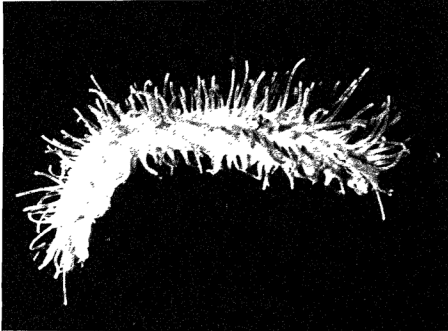
١٨ - ٦ طائفة القنفذيات

(قنافذ البحر ، دولارات الرمل ، والقنافذ القلبية) . تتميز حيوانات هذه الطائفة بأن لها جسماً مستديراً مغلفاً بصدفة رقيقة أو صندوق يتركب من صفائح متلاصقة بإحكام ؛ لا توجد أذرع ، ولكن يغطى الصندوق بأشواك كثيفة متحركة . قنافذ البحر لها شكل نصف كروي ، لكن القنافذ القلبية بيضية الشكل ، ودولارات الرمل قرصية الشكل . توجد خمسة أزواج من الصفائح الخارجية ، وهي مثقوبة ، تمر منها صفوف من الأقدام الأنبوية التى تبرز بين الأشواك . لكل شوكة قاعدة كأسية الشكل ترتكز على نتوء مستدير على الصدفة ، يمكن للأشواك أن تتحرك بواسطة ألياف عضلية خاصة . يوجد بين الأشواك ملاقط ثلاثية الفكوك لها سيقان طويلة . القناة الهضمية طويلة وملتوية (شكل ١٨ - ٦) . على الفم مرئ رفيع يؤدى إلى معدة متسعة لها جيوب كيسية الشكل ، الأمعاء ضيقة وتتصل بمستقيم ينتهى بالشرج الذى يفتح على السطح اللافى . تمتد زقاق أنبوية رفيعة من المرئ إلى الأمعاء ، مبطنة بأهداب قوية ، وتعمل على نقل الماء إلى الأمعاء مباشرة كما تساعد في الهضم . تبرز حول الفم عشرة خياشيم . توجد المصفاة على السطح اللافى . تتكون يرقة البلوتوس أثناء دورة الحياة . لقنافذ البحر قدرة محدودة على تجديد الأجزاء المفقودة . تعيش قنافذ البحر عند الشواطئ في المناطق الصخرية والطينية ، وتستخدم الأشواك والأقدام الأنبوية في الحركة ؛ هناك بعض الأنواع التى تحفر لها حفراً سطحية لتعيش فيها . تعيش دولارات الرمل في المناطق الرملية ، وتتحرك فوق الرمل أو خلاله مستخدمة في ذلك الأشواك القصيرة والأقدام الأنبوية . تنغذى بعض أنواع قنافذ البحر أساساً على المواد الحيوانية الميتة ، وقد تتلعق الرمل أو الطين وتستخلص منه المواد العضوية . تعتبر الأسماك ونجوم البحر وآكلات اللحوم البحرية من أكبر أعداء قنافذ البحر . يأكل الإنسان مناسل قنافذ البحر في بعض المناطق .

١٨ - ٧ طائفة الخيارات،

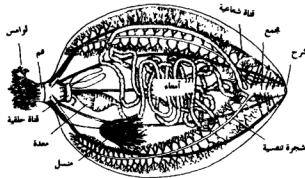
(خيار البحر)

تضم هذه الطائفة حيوانات ذات أجسام رخوة ، ولها جلد رخو به صفائح جيرية دقيقة . الجسم يشبه السجق ، ويقع القم في مقدمة الجسم محاطاً بلوامس قابلة للإرتداد يتراوح عددها من ١٠ إلى ٣٠ لامية ، ويمكن مقارنتها بالأقدام الأنبوية القمية للجلد شوكلات الأخرى (أشكال ١٨ - ٧ ، ١٨ - ٨) . والحيوان النموذجي يوجد به خمس سلاسل من الأقدام الأنبوية تمتد بطول الجسم ، إثنين منها ظهرية ولها وظيفة حسية وتنفسية ، والثلاث الأخرى بطية وتستخدم في الحركة . يتركب جدار الجسم من جليد وبشرة وطبقة من العضلات الدائرية ، بالإضافة إلى خمسة شرائط مزدوجة من عضلات قوية تحرى طولياً . إنقباض العضلات يؤثر على الجسم المملوء بالسائل ، ويؤدي ذلك إلى استطالة الحيوان وقصره أو إلى إحداث الحركات الدودية . القناة الهضمية نحيفة ملتفة ، وتتعلق في السيلوم بواسطة مساريقا . تقع فتحة الشرج في الطرف الخلفي للجسم وهي مسبوقة بمجمع عضلي ، قد تتصل به شجرتان تنفسيان مجوفتان ومنفرعتان . يعمل المجمع كمضخة ، إذ يدفع بماء البحر إلى داخل أنابيب الشجرتين التنفسيتين ، ثم يخرج الماء بعد ذلك ، وهذه العملية تساعد في التنفس والإخراج . يشتمل الجهاز الوعائي المائي على قناة حلقية حول المريء تمتد منها قنوات إلى الأقدام الأنبوية ، بالإضافة إلى مصفاة داخلية . الجنسان منفصلان في هذه الحيوانات ، المنسل يشبه الفرشاه وتتصل به أنبوبة واحدة تفتح في منتصف السطح الظهرى خلف اللوامس .



شكل ١٨ - ٧ : خيار البحر (يوبتاكنا) . (مهداة من جاري ماككونالد) .

الحباريات حيوانات بحرية ، وهي ترقد على القاع ، قد تتلصق بالصخور أو تحفر في الرمل أو اطين تاركة طرف الجسم معرضين ، ولكنها تسحبها بسرعة عندما تحس بالخطر . يتغذى خيار البحر على المواد العضوية التي توجد في الطين ، أو على بعض الكائنات الصغيرة التي يفتتها بواسطة اللوامس . ينتقل خيار البحر من مكان لآخر بواسطة الأقدام الأنبوية ، إن وجدت ، أو بواسطة الحركات العضلية للجسم ، أو بكلتي الطريقتين . بعض أنواع خيار البحر عندما تثار ، فإنها تطلق مجموعة من الأنابيب الزجاجية (أعضاء كوفير) من المجمع لتعرقل تقدم العدو . في الشرق ، تُجمع بعض أنواع خيار البحر وتجفف وتعرف بالتريايح وتستخدم في عمل الحساء .



شكل ١٨ - ٨ خيار البحر (ثيون) . التركيب الداخلى ، جدار الجسم مقطوع طوليا ومفروح (عن كرو
١٩٣٢) .

١٨ - ٨ طائفة الزنبقيات

(زنايق البحر وريش البحر النجمي)

هذه الجلد شوكيات تشبه الزهور ، لها كأس مركزي يتרכب من صفائح جبرية ، وحمة أدرع مرنة تنفرع عند حافة الكأس مكونة عشرة أفرع أو أكثر ، وهذه الأفرع رفيعة لها بروزات جانبية. تحمل الكأس ذؤابات يستعملها الحيوان في الالتصاق المؤقت بالمركز ، وذلك في حالة الزنبقيات حرة المعيشة ؛ أما في الأنواع الأخرى فإن الكأس يكون محمولا على ساق طويلة مقعلة لها قاعدة جاذبية الشكل مستديرة تستعمل في الالتصاق بقاء البحر (شكل ١٨ - ٩) . الفم والشرج يقعان معاً على السطح العلوي (القمي) للكأس . تتغذى الزنبقيات على الكائنات الدقيقة والمواد العضوية المتحللة ؛ ويتم جمع الغذاء بواسطة الأقدام الأنبوبية على السطح العلوي للأفرع ، ثم يدفع تجاه الفم بواسطة حركة الأهداب . بعض الزنبقيات يطلق البيض في البحر ، البعض الآخر يحتفظ بالبيض في الأفرع إلى أن يفقس وتخرج اليرقات . الحيوانات البالغة لها قدرة فائقة على التجدد . جميع الزنبقيات تعيش مثلية في الطور بعد البرق ، ولكن معظم الأنواع الحية تكون غير مثلية في الأطوار البالغة ،

ويمكنها السباحة مستخدمة الأذرع . تعيش الأنواع التي لها سيقان في جماعات وتكون غالبا حقائق زاهية الألوان في المياه العميقة .

شعب ومجموعات متنوعة

بالإضافة إلى الشعب والطوائف الرئيسية الموصوفة في الفصول الأخرى ، فهناك بعض المجموعات الإضافية المتنوعة من الحيوانات عديدة الخلايا . جميع هذه المجموعات تقريبا تعيش في الماء ، سواء المالح أو العذب ، البعض منها حيوانات شائعة ، والبعض الآخر نادرة . وسوف نصف فيما يلي بعض هذه المجموعات ، أما البقية فستدون في قائمة هنا ، وقد سبق شرحها باختصار في البثذة عن البروتستا وعالم الحيوان (فصل ١٤) . الشعب التي لن تناقش هنا تتضمن الميزوزوا ، الإنتروبوكتا ، الجستروتريشا ، الكينورينكا ، الفورفونيدا ، السيبنكولا ، البرايوبولويديا ، اليوجونوفورا والإكيورا^(١) .

بعض هذه المجموعات لا يزال وضعها التصنيفي غير واضح ، ذلك لأنها تتباين بدرجة كبيرة في التركيب ، القليل منها ممثل بحفريات .

١٨ - ٩ . شعبة حاملات الأمشاط

(أشكال ١٨ - ١٠ ، ١٨ - ١١) . تضم هذه الشعبة حوالي ٩٠ نوعاً من الحيوانات البحرية الصغيرة ، تتميز بجسم هلامي شفاف مزود بثمانية صفوف من الصفائح المشطية التي تساعد إلى حد ما في الحركة . هذه الحيوانات الهلامية المشطية التي تعرف باسم « جوز البحر » تشبه اللاسعات في الآتي : (١) التماثل شعاعي جانبي (٢) وجود محور جسمى قمى - لا قمى ؛ (٣) وجود تجويف وعائى معدنى متفرع ؛ (٤) وجود ميزوجليا . تختلف حاملات الأمشاط عن اللاسعات في الآتي (١) وجود ثمانية صفوف من الصفائح المشطية ؛ (٢) وجود عضلات ميزودمية أو ميزنكيميية ؛ (٣) وجود منطقة حسية لا قمية ؛ (٤) عدم وجود حويصلات لاسعة ، ولكن توجد خلايا لاصقة تستخدم في إقتناص الفريسة ؛ (٥) وجود فتحات شرجية ؛ (٦) عدم وجود تبادل أجيال بين الطورين البوليبى والميلوس .

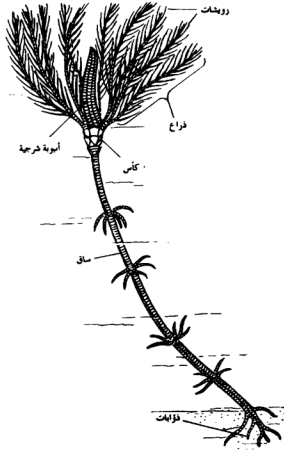
الحيوان حامل الأمشاط النموذجي له فم وعضو حسي عند طرفي الجسم المتقابلين ، وبذلك يشتان محور الجسم . توجد الصفائح المشطية الثمانية على مسافات متساوية وتمتد طوليا من قطب لآخر ، تحمل كل منها مجاديف أو أمشاطاً صغيرة من الأهداب الملتحمة . عندما تضرب هذه الأمشاط في ماء ، فإنها تدفع بالحيوان للأمام من ناحية الطرف القمى . يبرز بالقرب من الطرف اللاقمى

(١) يمكن الحصول على معلومات عن هذه المجموعات من كتاب « الحيوان العام » للمؤلفين سكور ، أوسنجر ، ستينر ، ونيالين ، الطبعة المنقحة السادسة . كتاب ماكجروهيل ، ١٩٧٢ .

لا مستان عضليتان مرتتان ؛ تحمل اللامستان خلايا لاصقة تستخدم فى الإيقاع بالحيوانات الصغفر التى تُدفع بعد ذلك إلى الفم . يوجد جهاز هضمى يقوم بهضم الطعام وتوزيعه فى الجسم ، و يتركب من بلعوم ومعدة وغدد هضمية ؛ توجد أيضا فتحات إخراجية . بقايا الغذاء غير المهضومة تطرد للخارج عن طريق الفم أو الفتحات الإخراجية . يتكون الغذاء من رخويات صغيرة ، برقات قشريات ، بيض أسماك ، وأسماك صغيرة .

يستخدم عضو الحس فى توجيه الحيوان ، كما يعمل على تسيق ضربات الصفائح المشطية ، و يتركب من أربع خصلات من الأهداب التى تدعم حصاة توازن مستديرة صغيرة مكونة من مادة جيرية .

تعتبر حاملات الأمشاط حيوانات أحادية المسكن ، وينتج البيض والحيوانات المنوية من البطانة الإندودرمية للقنوات الهضمية أسفل الصفائح المشطية . تنطلق الخلايا التناسلية الناضجة إلى الخارج عن طريق الفم ، ويتم الإخصاب فى الماء . يظهر عادة طور يرق فى دورة الحياة .



شكل ١٨ - ٩ زنبقة بحر بسيطة شعبة

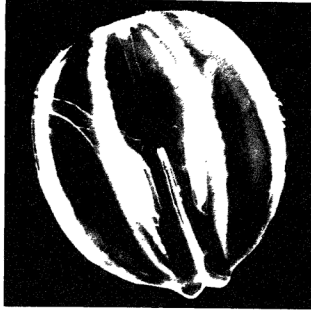
١٨ - ١٠ شعبة الثمرينيا

(ديدان شريطية ، شكل ١٨ - ١٢) . هذه الحيوانات نحيفة غير معقلة ، لها أجسام مفلطحة رخوة ، لا يتعدى طولها بضعة بوصات ؛ تتميز بقدرتها على الإستطالة والإنقباض . العنيد من الثمرينيات لها ألوان زاهية تتفاوت مع الأحمر إلى الأخضر أو الأصفر ، الجسم قد يكون مغطى بعيش معظم هذه الحيوانات تحت الأحجار أو بين الطحالب أو في جحور عند شواطئ البحار ، ولكن البعض منها يعيش في عرض البحر وعلى أعماق بعيدة ، هناك أنواع قليلة توجد في المياه العذبة . تنغذى الثمرينيات على حيوانات أخرى سواء حية أو ميتة . يوجد تحت الجلد الرخو عضلات دائرية وطولية . يحمل الطرف الأمامي خرطوماً مرناً له القدرة على الامتداد لمسافة بعيدة ، أو الارتداد داخل غرفة خاصة منفصلة عن القناة الهضمية . قد يستعمل الخرطوم في الدفاع والهجوم . تمتد القناة الهضمية المهذبة في الجسم كله . يوجد جهاز دورى به أوعية دموية تمتد طولياً ، وتوصل بينها أوعية عرضية . يحتوى الجهاز الدورى على دم عديم اللون ، أو متعدد الألوان . يُدفع الدم في الجهاز الدورى كنتيجة لحركات الجسم ، وبواسطة إنقباضات الأوعية الدموية الرئيسية . يتركب الجهاز الإخراجى عادة من قنوات جانبية متفرعة ، وزوج واحد فقط من النفريديات الأولية (مزودة بصلات هلمية) . يتكون الجهاز العصبى من أربع عقد تحيط بالخرطوم وزوج من الجنوع العصبية الجانبية يمتد بطول الجسم . الجنسان منفصلان عادة ، وتفتح المناسل المزودة للخارج مباشرة . الديدان البالغة يمكنها أن تجزئ جسمها بسهولة ، وكل جزء يتجدد بعد ذلك مكوناً دودة كاملة .

١٨ - ١١ شعبة الدوارات (الروتيفرا)

هذه المجموعة من الحيوانات المجهرية عديدة الخلايا تعرف بالدوارات أو الحويئات العجيبة ، وتوجد بكثرة في البحيرات والجاري المائية والبرك والأحواض وغيرها من المياه العذبة . يحمل الجسم عند طرفه الأمامى مجموعة من الأهداب التى تتحرك حركة سريعة تجعلها تبدو وكأنها عجلة دوارة ، وتساعد هذه في حركة الحيوان . تتميز الدوارات عن جميع الحيوانات المائية الدقيقة الأخرى بوجود مثل هذه الأهداب ، بالإضافة إلى فكوك ماضغة في البلعوم والتي تظهر بوضوح داخل الجسم الشفاف .

يتركب جسم الحيوان الدوار النموذجى (شكل ١٨ - ١٢) من منطقة رأس ، وجذع ، وقدم خلفية نحيفة ذيلية الشكل مزودة بغدة أسمتية تساعد الحيوان على الإلتصاق المؤقت بالمرتكز . جدار الجسم رقيق مغطى بجليد شفاف . يوجد بمقدمة الجسم قرص قابل للإرتداد (تاج) يحمل أهداباً تتحرك حركة دائرية تساعد في حركة الحيوان ، وأيضاً تعمل على دفع الماء المحمل بالغذاء والأوكسجين إلى الفم . القناة الهضمية كاملة ومعظمها مهذب . تحويف الجسم لاسيلومى ويمتلئ بسائل ، كما يحتوى على عضلات قليلة ، نفريدين ، حويصلة نابضة ، غدة عصبية ، ومبيض واحد تتصل به غدة محية وقناة ييض . الذكور توجد في أنواع معينة فقط ، وهى أصغر حجماً من الإناث ، وبها خصية واحدة فقط .



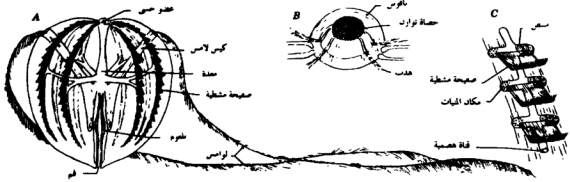
شكل ١٨ - ١٠ : من حاصلات الأمشاط (بليوبراكيا مهداه من جارى ماكدونالد) .

الدورات واسعة الانتشار ، بعض أنواعها لا تظهر إلا في أوقات معينة من السنة . معظم أنواع الدورات تعيش معيشة حرة ، وإفرادية ؛ وهي تكثر في المياه الغنية بالنباتات المائية . بعض الأنواع تعيش مثبتة ، أنواع قليلة تكافلية المعيشة أو متطفلة . تتغذى الدورات على الطحالب أو على عصارات النباتات المائية ، أو على كائنات دقيقة أخرى . والدورات بدورها تكون حلقة من سلسلة غذائية ، إذ تعتبر غذاء لحيوانات المياه العذبة الصغيرة الأخرى . تضع الإناث نوعين من البيض ، صيفي وشتوي ، في الفصول المختلفة (شكل ١٨ - ١٤) ؛ النوع الأول وهو الصيفي يكون له قشرة رقيقة وينمو بكرياً (بدون إخصاب) ، أما النوع الثاني وهو الشتوي فإنه يكون الذكور إذا لم يخصب ، ولكن إذا تم إخصابه فإنه يكون إناثاً ، ويتبع ذلك جيل جنسى .

١٨ - ١٢ شعبة الثمامورفا

(ديدان شعر الخيل)

ديدان رفيعة يبلغ طولها بضع بوصات ، ولا يتعدى قطرها ملليمترًا واحدًا أو ملليمتران (شكل ١٨ - ١٥) . كان يعتقد قديماً أن هذه الديدان ما هي إلا شعر خيل دبت فيه الحياه في الماء . في الواقع ، تكون هذه الديدان مجموعة مميزة ؛ وأحياناً تُضم إلى الحيطيات ولكنها تختلف عنها في كون تخويف الجسم مبطناً وممكناً بالبرانشيما ، ولها أيضاً حبل عصبي واحد ومناسل وقنوات تناسلية منفصلة . لهذه الديدان حدار جسم قوى نسبياً ؛ القناة الهضمية تكون كاملة في الأطوار الصغيرة ،



شكل ١٨ - ١٩ : تركيب حيوان من حاملات الأمشاط . (أ) بلويبراكيا . حيوان كامل ؛ (ب) عضو حسي . (عن هايمان ، اللافقاريات كتاب ماكجرو - هيل (ج) خلايا تاسلية في القنوات الهضمية تحت الصفيحة المشطية . (عن باوم في لانكستر . مقالة عن الحيوان . أ ، ج بلوك) .

ولكنها تصبح عديمة الفائدة في الأطوار البالغة . لا توجد أعضاء دورية أو تنفسية أو إخراجية . توجد حلقة عصبية حول المريء متصلة بحبل عصبى واحد عند الخط البطنى الوسطى . الجنسان منفصلان في هذه الديدان ؛ يوجد بالدودة منسلان ، لكل منهما قناة تفتح في المجمع . تضع الأنثى أشرطة من البيض الدقيق ، بفقس البيض وتخرج منه يرقات تنقب أجسام حشرات مائية لتدخل فيها . قد تنتقل هذه اليرقات إلى الخنافس أو صراصير الغيط أو النطاط . تنمو اليرقات إلى ديدان بالغة تترك جسم الحشرة عند سقوطها في الماء .

شعبة الرأس شوكلات (الأكانثوسيفلا) (الديدان شوكية الرأس)

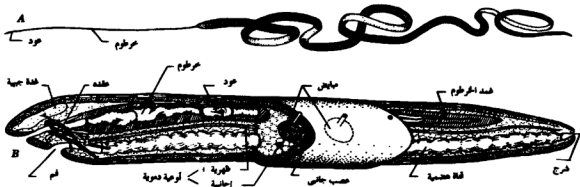
وهي طفيليات ، تعيش كيرقات في مفصليات القدم ، و كحيوانات بالغة في الفقاريات . يعمل الطرف الأمامى للجسم خرطوماً أسطوانياً مزوداً بصفوف من الأشواك الخطافية تساعد الحيوان على الالتصاق بأعضاء العائل (شكل ١٨ - ١٦) ، وفي العديد من الحالات يمكن للخرطوم الارتداد بسهولة إلى غمد خاص به . يتركب جدار الجسم من جليد وبشرة وعضلات دائرية وطولية . يمتلئ تجويف الجسم بسائل . لا توجد قناة هضمية سواء في اليرقة أو في الحيوان البالغ . يحصل الحيوان على غذائه بواسطة الإمتصاص عن طريق جدار الجسم مباشرة . لا توجد أعضاء دورية أو تنفسية ؛ يتم الإخراج عن طريق نفريديتين . توجد بمقدمة الجسم عقدة عصبية . يحتوى الذكر على خصيتين ، وتدفع الخصية بحيواناتها المتوية إلى كيس سفادى يقع في مؤخرة الجسم . لا يوجد بالأنثى مبيض مستديم ، يطلق البيض في تجويف الجسم حيث يتم الإخصاب ، ثم يغطى البيض بأغشية ؛ يبدأ تكوين داخل الجسم ويستمر إلى طور جنينى متقدم يترك الجسم بعد ذلك . الأطوار اليرقية لبعض أنواع الرأس شوكلات تتطفل على القشريات ، أما الأطوار البالغة فإنها تتطفل على العقوليات المائية ؛

البعض يعيش في عوائل من الحشرات والفقاريات الأرضية مثل الخنزير والإنسان الحيوانات البالغة يتراوح طولها من ٦ إلى ٦٥٠ مم (٢٦ بوصة) .

١٨ - ١٤ شعبة البرايوزوا
(الحيوانات الحزازية)

العديد من أنواع البرايوزوا تكون مستعمرات متفرعة لا يتعدى ارتفاعها بضعة مليمترا، وتوجد ملتصقة بمرتكزات في مياه البحر الضحلة. البعض يشبه المستعمرات الهدلية والمرجانيات في الشكل الخارجي، ولكن لها تركيب داخلي أكثر تقدماً. ونظراً لأن هذه الحيوانات شبيهة بالنباتات، فقد أطلق عليها إسم الحيوانات الخزازية أو الزوفيتات (حيوانات شبيهة بالنبات). بعض البرايوزوا تشبه الحصى، والبعض الآخر يكون غلافاً على الصخور أو الأصداف أو أعشاب البحر. جميع حيوانات هذه الشعبة تعيش في الماء ومعظمها بحرية، هناك نوع واحد فقط يعيش في المياه العذبة. البرايوزوا معروفة منذ العصر الأوردوفيس الأدنى حتى الآن. وقد شاركت هيكلها الخارجية في تكوين الصخور الجيرية، كما أن لها قيمة اقتصادية كبيرة، وذلك عند دراسة عينات الصخور الجوفية التي تُستخرج من آبار الإختبار البترولية.

تعتبر البوجولا من البرايوزوا الشائعة ، وتنمو كخصلات متفرعة ذات لون بني أو أرجواني ، ويبلغ طولها ٢ أو ٣ بوصات (٥٠ - ٧٦ م) ؛ تضم البوجولا العديد من الأفراد ، ولا يتعدى طول الفرد مليمترًا واحدًا (شكل ١٨ - ١٧) . يتركب كل حوين من مسكن كيتيني أنبوي بداخله أجزاء حية رخوة تعرف بالوليبيد . يحمل الطرف الأمامي حلقة من اللوامس المهتدة تقوم بجمع الكائنات الغذائية الدقيقة ودفعها للداخل ، كما تساعد أيضا في التنفس . الطرف الأمامي يمكنه الإرتداد للداخل ، تماما كما يحدث لطرف أصبع القفاز ويتم ذلك بواسطة عضلات مرعبة . وهناك نوع آخر من الحويونات الأمامية تعرف بالمصورة ، لها فكوك ، وتعمل على دفع الحويوانات الدقيقة بعيدا عن المستعمرة .



شكل ١٨ - ١٢ : دودة شريطية (شعبة الميرتيا) . الشكل الخارجى وبه غروطوم محد . (ب) التركيب الداخلى . رسم تخيلى . الجانب الأيسر مزال عدا جزء من وسط الجسم ؛ الغروطوم مرتد إلى غصنة .

الصدفة أحدهما ظهري والآخر بطني وليس جانبيين كما في الرخويات . البراكايوبودا حيوانات قديمة جدا ، إذ توجد في قاع البحر منذ العصر الكامبري ، وأصدافها واسعة الانتشار وتكثر في الطبقات الصخرية ذات الأصل البحري ، وهي ذات أهمية في دراسة هذه الرواسب . جميع أنواع البراكايوبودا الحية تقطن البحار ، وتعيش معيشة إنفرادية ولا تكون مستعمرات ، كما أنها تكون مثبته في القاع ؛ ومعظمها يوجد في المياه الضحلة ، والقليل على أعماق بعيدة تصل إلى ١٨,٠٠٠ قدم (٥,٤٠٠ متر) . توجد في دورة حياة البرايوزوا والبراكيوبودا يرقة تروكوفور متحركة . حيوانات البراكايوبودا لها لوفوفور يشبه تراكيب مماثلة في الفورونيدا والبرايزوزا .

حيوان البراكايوبودا النموذجي يتميز بجسم رخو يقع بين صمامين جريين قوين يشبهان المجرفة ، الصمام البطني أكبر حجما وله بروز خلفي مثقوب يسمح بمرور الساق اللحمي أو العنق والذي يستعمله الحيوان في تثبيت نفسه في قاع البحر بصفة دائمة . يتركب جدار الجسم من بشرة خارجية ونسيج ضام قوى وبطانة سيلومية مهدبة مزودة بشيتين مزدوجتين تمتدان للأمام كقصين للبرنس ، أحدهما ظهري والآخر بطني . يوجد بين فصى البرنس لوفوفور كبير له شكل حرف "W" ، يعمل عند حافته لوامس مهدبة طويلة . تحدث هذه اللوامس تياراً من الماء داخل تجويف البرنس يساعد في عملية التنفس ، أيضاً يعمل على دفع الكائنات الغذائية الدقيقة داخل ميزاب يؤدي إلى الفم . تتركب القناة الهضمية من بلعوم قصير ومعدة (بها غدد هضمية مزدوجة) وأمعاء . في الأنواع ذوات الركاكز تنتهي الأمعاء مسدودة ، أى لا يوجد شرج ، أما الأنواع عديدة الركاكز فلها قناة هضمية كاملة تنتهي بشرج . توجد ثلاثة أزواج من العضلات لفتح وغلق مصراعى الصدفة ، وزوجان آخران متصلان بالساق والصدفة ويسمحان بدوران الحيوان . السيلوم كبير ملئ بلسائل ، وتوجد به الأعضاء الداخلية المتصلة بمساريقا . يمتد السيلوم في فصى البرنس واللوفوفور . هذه الحيوانات لها قلب صغير متقبض وأوعية دموية ، ولكن الجهاز الدوري هنا مفتوح . يقع على كل جانب من جانبي الأمعاء نفريدة واحدة أو نفريدتان للإخراج ، تزود النفريدة بغم تفريدى مهذب متصل بالسيلوم وبفتح في تجويف البرنس . تحيط بالبلعوم حلقة عصبية تمتد منها أعصاب للأعضاء المختلفة ، لا توجد أعضاء حس خاصة . الجنسان منفصلان ، ويوجد بالحيوان عادة أربعة مناسل تطلق الجاميتات في السيلوم ؛ تعمل النفريدات كقنوات تناسلية إذ تنقل البيض والحيوانات المنوية للخارج . ينمو البيض المنحصب إلى يرقات تسبح في الماء لفترة ثم تستقر في القاع ، وتثبت نفسها بواسطة تركيب خاص يكون العنق فيما بعد .

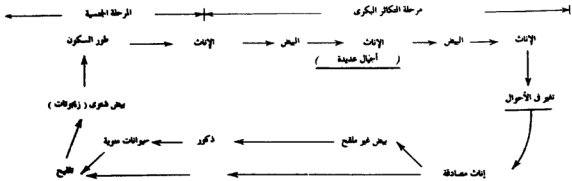
١٨ - ١٦ شعبة الفكشوكيات (الكيتوجانثا) (الديدان السهمية)

ديدان سهمية صغيرة تشبه الطلورييد ، يتراوح طولها من ٢٠ إلى ٧٠ م . توجد هذه الديدان بكثرة ضمن البلانكتون في المحيطات ، وتعيش عادة على عمق ١٠٠ قدم (٣٠ متراً) وتهاجر عند الفسق والفجر إلى السطح عندما يكون الضوء ضعيفاً . تتغذى هذه الديدان على القشريات ويرقات

الأسماك وغيرها من الكائنات البحرية الدقيقة ، وتندفع في الماء كالسهم . الجسم غير معقل في الفكشوكيات ، ولا تحمل البشة أهداباً وكذلك القناة الهضمية . تتميز الفكشوكيات بأن لها ذبلاً خلف الشرج ، ولا يوجد هذا الذيل في أية شعبة حيوانية أخرى عدا الجليئات . وقد صنف الفكشوكيات ضمن الحيوانات ثنوية القم ، وذلك بعد دراسة التكوين الجنيني فيها .

الدودة السهمية (صاجيتا ، شكل ١٨ - ١٩) لها جسم إسطوانى يتركب من ثلاث مناطق ، رأس وجذع وذيل ، كما يوجد بالجسم زوجان من الزعانف الجانبية وزعنف ذيلية . يقع القم في منطقة الرأس ، وهو عبارة عن شق بطنى . يؤدى القم إلى بلعوم عضلى ثم أمعاء مستقيمة رفيعة تنتهى بشرج عند نهاية الجذع . يوجد على جانبي القم فصان يحملان خطافات منجلية الشكل عديدة ، أو أشواك كيتينية . تتحرك بواسطة عضلات خاصة ، وتستعمل في إقتناص الغذاء . يتلغ الحيوان فراشة كاملة . يتكون السيلوم من ثلاثة أزواج من التجاويف يفصل بينها مساريقا وسطية . يتضمن جدار الجسم بشرة تتركب من عدة طبقات من الخلايا محاطة بجليد رقيق وغشاء قاعدى . السيلوم غير مبطن . توجد أربعة أشرطة من العضلات الطولية ، إثنان منها ظهرية جانبية والآخران بطنية جانبية ، تستعمل هذه العضلات في الحركة . الجهاز العصبى يتركب من زوج من العقد الخفية على السطح الظهري للبلعوم ، وصلات عصبية حول البلعوم ، عدد من العقد الجانبية ، عقدة بطنية عند منتصف الجذع ، وأعصاب تمتد لمختلف أجزاء الجسم . يوجد على السطح الظهري للرأس عينان وأنشطة مهدبة يُعتقد أنها عضو حسي كيميائى ، كما توجد أيضا حلمات لمسية على سطح الجسم .

الفكشوكيات حيوانات أحادية المسكن . يوجد بالسيلوم في منطقة الجذع مبيض سميكة وقناة بيض تفتح جانبياً عند نهاية الجذع . يحتوى كل سيلوم ذيل على خصية مصمتة ، تنطلق منها خلايا غير ناضجة ؛ تنضج هذه الخلايا وتصبح حيوانات منوية طليقة في السيلوم . تتجمع هذه الحيوانات المنوية بواسطة القمع المهدب للأنبوبة المنوية التى تفتح جانبياً على الذيل . تتكاثر هذه الحيوانات معظم أوقات السنة ، الإخصاب داخلى . الصغار تشبه الحيوانات البالغة عند الفقس .

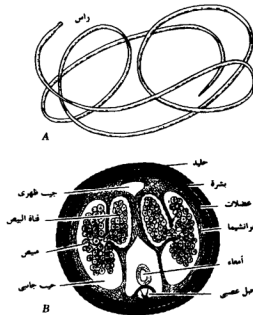


شكل ١٨ - ١٤ : رسم تخطيطى لدورة حياة الإيغاس (هيداتينا) وهو من الفوارات

١٨ - ١٧ شعبة النصفجليات

(الديدان اللسانية)

تضم النصفجليات طائفتين هما الأنتروبيستا واليتروبرانكيا . تتميز هذه الحيوانات بفتحات خيشومية مزدوجة ، وتركيب صغير كان يُعتقد سابقاً أنه حلل ظهري ، ونسيج عصبي ظهري وبطني .



شكل ١٨ - ١٥ : دودة شعر الحبل ، جورديوس (شعبة التاتمورفا) (أ) الدودة كاملة (ب) قطاع عرضي في الأنفي ، مكبر . (عن كيلثال)

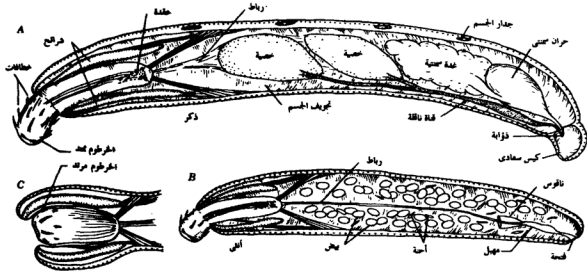
الديدان اللسانية ، ساركوجولوسس وغيرها (طائفة الأنتروبيستا)، لها جسم نحيف يتراوح طوله من ٢٥ إلى ٢٥٠٠ مم (١ إلى ١٠٠ بوصة) . يعيش معظم هذه الديدان في المياه الضحلة ، القليل منها يتواجد على أعماق بعيدة قد تصل إلى ٢٥٠٠ قامة أو فاثوم (٤٦٠٠ متراً) . تحفر هذه الديدان قريبا من السطح بواسطة خرطوم رخو . تفرز بعض الغدد الجلدية مادة مخاطية لزجة تستخدم في بناء محفظة أنبوبية من الرمل وبقايا عضوية أخرى . يعيش الحيوان داخل هذه المحفظة . بعض الديدان اللسانية لها رائحة مميزة وغالبا ما تكون كريهة . يتربك الجسم من خرطوم وطوق وجذع طويل . يوجد خلف الطوق فتحات خيشومية عديدة مرتبة على الجانبين . يمتد بجوار هذه الفتحات غرف يعلد الناسل . في بعض الأنواع ، توجد أعراف عرضية مزدوجة ظهرية خلف الحياشيم تكونها أعلاور هضمية . تبدأ القناة الهضمية بالقم وهو عريض ويقع عند الحافة البطنية

الأمامية للطوق خلف الخرطوم ؛ يؤدي الفم إلى تجويف فمي متسع يليه البلعوم ؛ توجد بالجهاز الأمامي للبلعوم فتحات لها شكل U على الجانبين وهي متصلة بجيوب خيشومية . الأمعاء عبارة عن أنبوية مستقيمة مزودة بأغوار كبدية « أكياس كبدية » من الجهة الظهرية . تنتهي الأمعاء بفتحة الشرج .

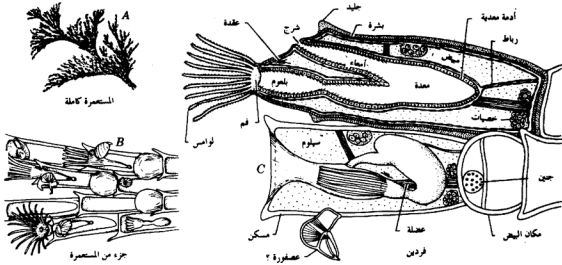
قد تمتلئ تجاويف الخرطوم والطوق بالماء عن طريق ثقب ظهري ؛ وعندما تنتفخ هذه الأجزاء ، يبدأ الحيوان في الحفر في الرمل أو الطين ، وتساعد في ذلك بعض الحركات العضلية للجذع . يدخل الفم خليط من الماء والرمل يحمل بمواد عضوية متحللة . يمر الماء خلال الفتحات الخيشومية حتى يتم التنفس ، أما المواد العضوية فإنها تستعمل كغذاء ، الرمل يطرد للخارج عن طريق الشرج .

يتضمن الجهاز الدوري وعاءين دمويين ، أحدهما ظهري وسطي يجري فيه دم عديم اللون يتجه للأمام (كما في الحلقيات) ، والآخر بطني وسطي . يتصل الوعاءان الدمويان بقلب ظهري ، كما توجد أوعية أخرى صغيرة بالقرب من الفتحات الخيشومية . من المحتمل أن إنقباضات الأوعية الكبيرة هي التي تحدث دوران الدم . توجد كبة صغيرة غير مزدوجة قد تسمى الغدة الخرطومية ، من المعتقد أنها تمثل عضو الإخراج .

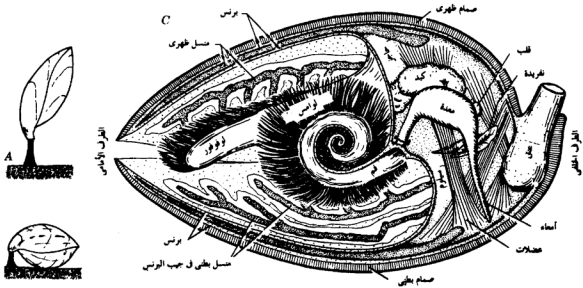
يتركب جدار الجسم من بشرة سميكة مكونة من طبقة واحدة من الخلايا بها العديد من الخلايا المخاطية ، يلي البشرة إلى الداخل طبقات عضلية . يوجد أيضا هيكل خرطومى صغير . يتكون الجهاز العصبي من خلايا وألياف تقع عند قاعدة البشرة ، تتركز مكونة حبلين عصبين أحدهما ظهري وسطي والآخر بطني وسطي صغير الحجم . يربط بين الحبلين وصلة حلقيه الشكل في منطقة



شكل ١٨ - ١٦ : دودة شوكية الرأس (شعبة الأكانثوسيفلا) . الرسم مكبر والدودة مفتوحة لتبين التركيب الداخلى . (أ) ذكر ، (ب) أنثى (ج) الطرف الأمامى وبه الخرطوم مفرد الداخلى . (عن لينش ١٩٣٦) .



شكل ١٨ - ١٧ : تركيب البوجلولا (شعبة اليرايوزوا) . (أ) المستعمرة كاملة بالحجم الطبيعي ، (ب) جزء من المستعمرة ، مكبرة ؛ (ج) قطاع طولي في فردين ، العلوي منبسط والسفل منقبض .



شكل ١٨ - ١٨ : حيوان من اليرايوديودا أو الحيوان ذو الصدفة المرسجة (شعبة اليرايوديودا) . (أ) ، (ب) الأوضاع التوضيحية لأصداف مرسجة حية . (ج) ماجلاريا ، التركيب الداخلي من الجهة اليسرى الصدفة مقطوعة إلى الخط الوسطي ، البرنس واللوفوفور مزالان من الجانب الأيمن . (أ) ، ب عن تونيوغل وشروك ، الحفريات اللافتقارية ، كتاب ماكجرو - هيل .

الطوق . يوجد أيضا حبل سميك مجوف أحيانا في منطقة الطوق ويقع في الجهة الظهرية لتجويف القم ، ويمتد منه عدة ألياف عصبية إلى بشرة الخرطوم . يُمثل السيلوم بخمسة تجلويف ، واحد في الخرطوم ، وزوج في كل من الطوق والجدع .

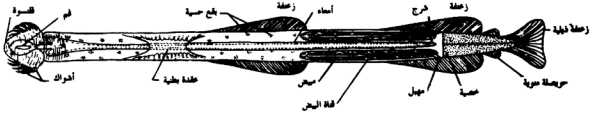
الجنسان منفصلان ، توجد مناسل عديدة مرتبة في صفين ظهريين جانبيين من منطقة الطوق حتى الأعاور الكبدية ؛ عندما ينضج كل منسل فإنه يطلق محتوياته إلى الخارج عن طريق ثقب منفصل . يتم الإخصاب خارجيا . في بعض الأنواع ، يكون البيض يرقة التورناريا وهي صغيرة بيضاوية الشكل شفافة مزودة بأشرطة سطحية من الأهداب . يظهر الخرطوم والطوق أثناء التحور . بعض الأنواع لها تكوين مباشر ولا يوجد لها طور يرقي . الديدان اللسانية لها القدرة على تجديد منطقة الجدع وكذلك الخرطوم والطوق .

تضم طائفة التيروبرانكيا ثلاثة أجناس من الحيوانات الصغيرة بانية الأنايب ، وهي لا توجد إلا في نصف الكرة الجنوبي . هذه الحيوانات تشبه الديدان اللسانية في التركيب الداخلي ، ولكن يوجد بها زوج واحد فقط من الفتحات الحشومية ، وأحيانا لا يوجد ، يوجد بها أيضا تاج من اللوامس المهلبة . يفرز حيوان السفالوديسكوس مسكناً يمكن أن يأوى إليه أفراد عديدة ، لكل فرد منها قناة هضمية على شكل U . تتكاثر حيوانات التيروبرانكيا جنسياً ، ولا جنسياً بالتبرعم ؛ وهي تشبه البرايوزوا في الشكل الخارجى .

١٨ - ١٨ شعبة الأونيكوفورا (المخلليات)

تضم هذه الشعبة حوالى ٧٠ نوعاً من « ديدان المشى » الصغيرة (البرياتس) ، تعيش في الأماكن الرطبة المظلمة بنصف الكرة الجنوبي وأمريكا الوسطى والمكسيك وجزر الهند الغربية . يبلغ طول البرياتس ٥٠ مم تقريبا (شكل ١٨ - ٢١) . يحمل الطرف الأمامى زوجا من قرون الاستشعار وزوجا من الأعين وكذلك فتحة الفم والفكوك . الجسم اسطوانى غير معقل ؛ الجلد مغطى بطبقة كيتينية رقيقة ، ويظهر به حلقات عرضية عديدة . يحمل الجسم أرجلا قصيرة مختلفة يتراوح عددها بين ١٤ و ٤٤ زوجاً . توجد فتحة إخراجية بجوار كل رجل ، كما توجد فتحة تناسلية بطنية واحدة أمام فتحة الشرج عند الطرف الخلفى .

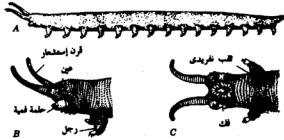
يتربك جدار الجسم من جلد رقيق وبشرة وطبقات عضلية مركبة تحيط بتجويف غير مقسم (تجويف دموى) . القناة الهضمية عبارة عن أنبوبة مستقيمة بها معدة طويلة وأمعاء . الجهاز الدورى مفتوح ويتربك من وعاء ظهري وسطى واحد . يتم التنفس بواسطة قصبات هوائية . أعضاء الإخراج عبارة عن تراكيب نفهدية الشكل مزدوجة تفتح بفتحات نفهدية . يتربك الجهاز العصبي من عقد مخية مزدوجة وزوج من حبال عصبية بطنية منفصلة لا تحمل عقداً ، ولكنها تتصل بواسطة وصلات عرضية عديدة . الجنسان منفصلان ، توجد مناسل مزدوجة لها فتحة تناسلية واحدة . معظم الأنواع تنتج صغاراً حية ، إذ أن جزءاً من قناة البيض في الأنثى يكون رحماً .



شكل ١٨ - ١٩ : الدودة السهمية ، ساجيتا (شعبة الكيتوجانثا) منظر بطني ؛ الحجم الطبيعي من ٢٠ إلى ٧٠ م .



شكل ١٨ - ٢٠ : الدودة اللسانية ساكوجلوسس (شعبة النصفجليات) . منظر ظهري (عن سينجل)



شكل ١٨ - ٢١ : البريانتس periptus (شعبة الأونيوفورا) . (أ) حيوان كامل بتكبير بسيط . (ب ، ج) الطرف الأمامي ، منظر جانبي وبطني . (عن سنودجراس Snodgrass ، ١٩٣٨) .

الأونيوفورا لها وضع فريد ، إذ أنها تجمع بين خصائص الحلقيات ومفصليات القدم . لذلك ، يُعتقد أن مفصليات القدم ربما تكون قد نشأت من سلف قديم شبيه بالحلقيات .

مراجعة

- ١ - لماذا يتبع نجم البحر شعبة الجلد شوكلات ؟ ماهو نوع التماثل الذى يوجد بهذه الشعبة ؟ هل لهذا النوع من التماثل مزايا بالنسبة للجلد شوكلات ؟ ولماذا ؟
- ٢ - ما هى الأقدام الأنبوية ؟ وكيف تؤدى وظيفتها ؟
- ٣ - كيف يتم التنفس فى نجم البحر ؟ وكيف تحافظ الحياشيم على نظافتها ؟
- ٤ - ما هو السيلوم ؟ ما هى الشعب الحيوانية التى يوجد بها سيلوم كامل التكوين ؟
- ٥ - ما هى أوجه الاختلاف بين البرقة والحيوان البالغ فى نجم البحر ؟ ماهى الفائدة التى تعود على الحيوان المثبت من مثل هذا الطور البرق ؟
- ٦ - ما هى أوجه الإختلاف بين قفذ البحر ونجم البحر من حيث التركيب ؟ ونوع الغذاء ؟ لماذا لا يستطيع قفذ البحر أن يستعمل نفس نوع الغذاء الخاص بنجم البحر ؟
- ٧ - لماذا يصنف خيار البحر مع نجم البحر وقفذ البحر ؟
- ٨ - ما هى أوجه الاختلاف بين الديدان الشريطية الشكل والديدان المفلطحة ؟
- ٩ - أين توجد الدورات ؟ وكيف يتم البحث عنها ؟ ما هى الفائدة التى تعود على المجتمعات الحيوانية من هذه الدورات التى تعيش بينها ؟
- ١٠ - كيف تنتشر ديدان شعر الخيل فى المناطق المختلفة ؟
- ١١ - لماذا لا تصنف الحيوانات الحزازية فى وضع أدنى فى عالم الحيوان ؟
- ١٢ - ما هى أوجه الاختلاف المميزة بين البراكيبودا والرخويات ؟

الفصل التاسع عشر

الرخويات

تميز الحيوانات التابعة لشعبة الرخويات بأجسامها الرخوة غير المعقلة . نموذجيا لها رأس أمامي ، وقدم عضلي بطنى ، وكتلة حشوية ظهرية (شكل ١٩ - ١) . يحيط بالجسم إلى حد ما طبقة لحمية رقيقة ؛ ولعظم الرخويات صدفة جيرية خارجية . يتباين الشكل العام للحسم في الطوائف المختلفة . الرخويات أنبوية المعدة (طائفة عديدة الألواح) تكون دودية الشكل ولها برس مزود بشويكات . الكايتونات (طائفة عديدات الألواح) بيضية الشكل ، لها ثمانية ألواح منفصلة متراكبة ظهرية محاطة بحزام لحمى ، وقدم مفلطح كبير . الأصداف السبية (طائفة زورقية القدم) لها صدفة نحيفة أنبوية مدببة مفتوحة الطرفين . القواقع والبراقيات (طائفة البطحديات) لها قدم خيصة طويلة ورأس واضح يحمل لوامس وأعين صغيرة ؛ في القواقع ، توحد الأحشاء عادة داخل صدفة فردية ، غالبا ذات شكل لولبي ؛ في البراقيات ، تكون الصدفة داخلية أو غير موجودة . المحار والإبسترا وغيرها من الرخويات ذوات المصراعين (طائفة ذوات المصراعين) لها جسم منضغط جانبيا وقدم إسفيني الشكل ؛ لا يوجد لها رأس ؛ يحاط الحسم غالبا بصدفة ذات مصراعين جانبيين متمفصلين ظهريا . الحبار والأخطبوط (طائفة الرأسقدميات) لها رأس كبير ، عينان جانبيتان مميزتان ، وأذرع عضلية رفيعة حول الفم ؛ الصدفة داخلية عادة أو لا توجد .

الحيوان الحفرى الحى نيوبيلينا (طائفة أحادية الألواح) له صدفة وحيدة . ويتميز عن باقي الرخويات في أن له تجلويف سيلومية مرتبة عقليا ونفريديات وخباشيم (٥ أزواج) وعضلات .

الرخويات واسعة الإنتشار جغرافيا وجيولوجيا ؛ يوجد منها أكثر من ٨٠,٠٠٠ نوع حى ، و ٣٥,٠٠٠ نوع حفرى ، والعديد من هذه الأنواع تمثل بعشائر ضخمة . معظم الرخويات بحرية ، تعيش على الشواطئ وفي المياه الضحلة ، ولكن البعض منها يعيش على أعماق بعيدة ، القليل يقضى حياته سابحا في عرض البحر . العديد من القواقع وبعض من ذوات المصراعين تقطن المياه العذبة ، ولكن هناك بعض القواقع والبراقيات تعيش على الأرض . معظم الرخويات حرة المعيشة ، وبمكها الزحف ببطء ، البعض يلتصق بالصخور أو الأصداف أو الأخشاب ، البعض الآخر يمكنه الحفر ، القليل يعيش طافيا في الماء ؛ الحبار يمكنه السباحة بحرية .

تتباين أحجام الحيوانات في كل طائفة ؛ تجمع هذه الشعبة النقيض من الأنواع ذات الأحجام المتباينة ، إذ تضم بعض القواقع الدقيقة التي لا يتعدى قطرها ملليمترًا واحدًا ، والحبار العملاق الذي يبلغ طول جسمه ٢٠ قدمًا (٦ أمتار) ولوامسه تصل إلى ٣٥ قدمًا (١٠,٧ مترًا) . هذا الحبار يعد أكبر حيوان لا فقاري معروف .

١٩ - ١ الخصائص

- ١ - الحيوانات جانبية التماثل أو عديدة التماثل ؛ لا يوجد تعقيل (عدا في النيوبيلينا) ، الطلائية مزودة بأهداب وغدد مخاطية عديدة .
- ٢ - الرأس جيدة التكوين في البطنقدميات والرأسقدميات ، ومختزلة في بقية الرخويات ؛ القدم بطنية وعضلية ؛ الجسم مغلف ببرنس ظهري يفرز الصدفة (إن وجدت) .
- ٣ - القناة الهضمية كاملة ، الفم مزود عادة بعضو كالبرد (سفن) ذو أسنان قرنية دقيقة (لا يوجد في ذوات المصراعين) ؛ توجد غدة هضمية كبيرة (كبد) ، وغدد لعابية بصفة عامة .
- ٤ - القلب ظهري ، يوجد عادة في كيس تاموري ، مكون من أذنين أو أذين واحد ، وبطين واحد (عدا في النيوبيلينا) ؛ يوجد أورطى أمامي وأوعية دموية أخرى غالبًا ؛ الجهاز الدوري مفتوح (عدا في الرأسقدميات) .
- ٥ - التنفس بالخياشيم (واحد أو أكثر ، أو برثة في تخوييف البرنس ، أو بالبرنس أو بالبرشة .
- ٦ - الإخراج بالكيليات (التفريعات) ، يتراوح عددها من ١ إلى ٥ أزواج ؛ السيلوم مختزل عادة إلى تجاويف في الكليات والمناسل .
- ٧ - الجهاز العصبي النموذجي مكون من ٣ إلى ٥ أزواج من العقد (في الرأس والقدم والأحشاء) ، وحبال طويلة ووصلات عرضية ؛ أعضاء الحس متنوعة وتختص باللمس ، التذوق والشم ، الإبصار (بقع عينية ، أعين) وحفظ التوازن (حويصلات التوازن) .
- ٨ - الجنسان منفصلان عادة ؛ المناسل إثنان أو واحد ، لها قنوات ؛ الإخصاب داخلي أو خارجي ؛ معظمها بيوضة ؛ التكوين مباشر أو يمر بأطوار يرقية ؛ لا يوجد تكاثر لا جنسي .

طائفة أحادية الألواح (مونوبلاكوфора) (النيوبيلينا)

١٩ - ٢ التركيب والتاريخ الطبيعي .

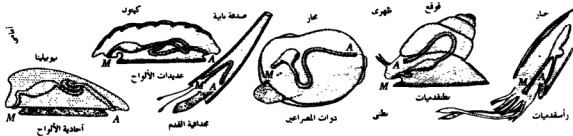
النيوبيلينا لها صدفة واحدة يضلوية تشبه القلنسوة ، يبلغ طولها ٤٠ مم . يحمل السطح البطني منطقة رأس صغيرة ، وقدمًا مهدبًا مفلطحًا ومستديرًا ، وميزاب برنس بالقرب من الحافة . الفم أمامي مزود بشتية واسعة (تقاب) على كل جانب ، ولوامس متفرعة خلفية . يوجد بالفم عضو

لكشط الغذاء أو سفن به صفوف من الأسنان وغدة لعابية . يتصل بالمعدة فسان كيديان أو غدتان هضميتان . الأمعاء ملتفة وتؤدي إلى شرج خلفي . التراكيب المعلقة تشمل ٥ أو ٦ أزواج من الحياشيم المتفرعة في الميزاب البرنسي ، وعدد مماثل من النفريديات ، وخمسة أزواج من العضلات المرجعة في القدم ، وخمسة أزواج من الوصلات في الجهاز العصبي . يستقبل القلب الظهرى دماً مؤكسجاً من الحياشيم ، ويتصل البطنان بجيوب دموية أمامية . توجد حلقة عصبية حول الفم تتصل بزوجين من الخيال العصبية ، يمتد أحد الزوجين في القدم أما الزوج الآخر فيوجد في ثنية البرنس ، كما توجد وصلات بين كل زوج . يقع المسلان بجوار الأمعاء ، ويفتحان في الزوجين الوسطيين للنفريديات ؛ الجنسان منفصلان .

جنس النيوبيلينا غير شائع ، ويعيش في أعماق البحار ، ويضم ٧ أنواع تنتشر في محيطات الأتلانتي والباسيفيكي والهندي . وقد جُرفت بعض العينات على أعماق ١١,٠٠٠ قدم (٣٣٠٠ متراً) أو أبعد ، ووجدت راديولاريا عديدة في معدتها ، لذلك قد تكون هذه الحيوانات من أكالات الغايات ، وقد عرفت دوات قرى حفرية لهذا الحيوان الرخوي الصغير منذ زمن بعيد ؛ وقد عاشت من العصر الكامبري الأدنى إلى العصر الديفوني ، منذ ٣٥٠ إلى ٦٠٠ مليون سنة ؛ وقد تميزت هذه الحيوانات بوجود ندبات لعضلات مزدوجة . وأهمية هذه المجموعة ظهرت لأول مرة بعد أن جرفت عينات حية بواسطة البعثة الدانماركية « حالاثيا » عام ١٩٥٢ . ومن ذلك الوقت ، تم جرف عينات عديدة أخرى .

طائفة عديدة الألواح (بوليلاكوفورا) (الكايون) ١٩ - ٣ التركيب والتاريخ الطبيعي . (شكل ١٩ - ٢)

الكايونات حيوانات بحرية ، تنتشر عادة من مناطق المد والجزر إلى أعماق متوسطة في مياه الشواطئ . الجسم يبيض الشكل ، مغطى بثانية ألواح جيرية مفلطحة متراكبة تغطيها حزام لحمي سميك يعرف بالبرنس . يوجد قدم عضلي كبير يساعد الكايون في التعلق بالصخر والزحف عليه . يمتد بين البرنس والقدم ميزاب برنسي ضحل يحتوي على ٦ - ٨٠ زوج من الحياشيم الرفيعة . منطقة

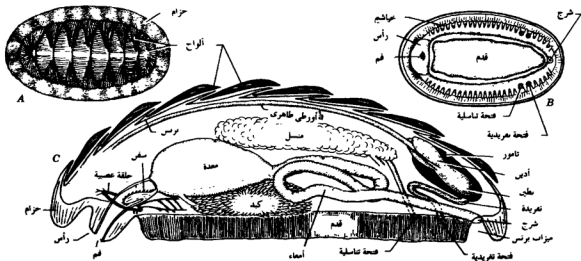


شكل ١٩ - ١ : شعبة الرغويات . العلاقات في ستة طوائف للصدفة (الخطوط السمكية) ، القدم (المنطقة) ، القناة الهضمية (المظلة) ، الفم (م) ، والشرج (أ) .

الرأس مختزلة ، ويغيب عنها الأعين واللوامس . يحتوى الفم على عضو كاشط أو سفن به صفوف عرضية من أسنان دقيقة تستخدم في كشط الغذاء من على الصخر ، المكون من أعشاب البحر والكائنات الدقيقة . يوجد بلعوم قصير ومعدة مستديرة تتصل بكبد ، وأمعاء ملتفة طويلة تنتهى بفتحة شرجية خلفية في الميزاب البرنسى . يقع القلب إلى الخلف ، ويتركب من أذنين وبطين يتصل بأورطى أمامى . يوجد على كل جانب من جانبي الجسم عضو إخراجى رفيع يمتد من التجويف التامورى ليفتح في الميزاب البرنسى . الجهاز العصبي يتركب من حلقة عصبية حول الفم ، يتصل بها أربعة أحوال تمتد طوليا ولها وصلات عرضية عديدة . لبعض أنواع الكايتون أعضاء حساسة للمضوء تقع على الطبقة الخارجية للصدفة . الجنسان منفصلان ، كل له منسل واحد وقناتان تناسليتان تفتحان جانبيا في الميزاب البرنسى . يتكون الكثير من البيض ، ويتم الإخصاب خارجياً . يظهر أثناء التكوين طور يرقي (التروكوفور) يسبح بحرية في الماء ، تنمو اليرقة إلى كايتون صغير .

طائفة عديدة الألواح (أبلاكوفورا) ١٩ - ٤ (ذوات المعدة الأنبوية)

تضم شعبة عديدة الألواح رخويات دودية الشكل صغيرة ؛ البرنس يغطي الجسم تماماً ، وهو مزود بشوكيات جيرية عديدة تعتبر الدليل الوحيد على الصدفة . هذه الحيوانات غير شائعة وتوجد في المياه الملحة .



شكل ١٩ - ٢ : الكايتون (طائفة عديدات الألواح) . (أ) منظر ظهري . (ب) منظر بطني (ج) التركيب الداخلى من الجانب الأيمن ، مينا الصدفة والبرنس والقدم في قطاع وسطى

طائفة زورقية القدم (السكافوبودا) (أصداف سنية وناية)

١٩ - ٥ التركيب والتاريخ الطبيعي .

تدفن هذه الحيوانات نفسها جزئياً في الرمل أو الطين بقاع البحر ، وتنتشر من المياه الضحلة إلى أعماق تصل إلى ٢٥,٠٠٠ قدم (٤٥٠٠ متراً) . الصدفة لا يتعدى طولها $\frac{1}{3}$ بوصة (٦ سم) ، وهى طويلة أنبوبية مدببة قليلاً ومفتوحة الطرفين . القدم مدببة تساعد في الحفر . يوجد حول الفم لوامس مهدبة رقيقة لها أطراف حسية تقوم بجمع الغذاء المكون من الكائنات الدقيقة . وقد صنع الهنود الذين كانوا يعيشون على شواطئ الباسفيكى عقوداً من الأصداف السنية الفارغة واستعملوها في معاملتهم المالية .

طائفة البطندميات (الجاستروبودا) (القواقع والبراقات ... الخ)

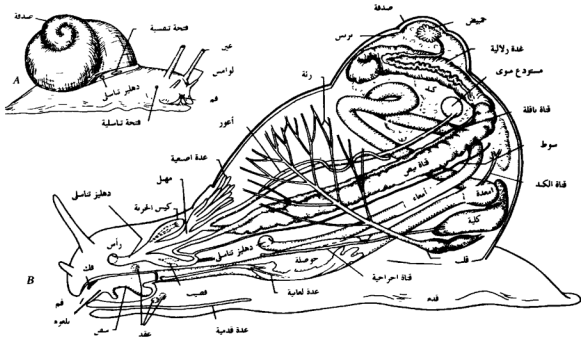
الرأس المميز والقدم الطويل جانبية التماثل في البطندميات ، ولكن الكتلة الخشوية ملتفة عادة ومغلقة بصدفة لولبية ، وكلاهما عديما التماثل . يعتقد أن أسلاف البطندميات كانت جانبية التماثل طوال حياتها ، ولكن في الأنواع الحية التى تعيش الآن حدث التواء بسحو ١٨٠ درجة للقناة الهضمية والقلب والخياشيم والكليات وبعض التراكيب العصبية ، وقد نتج عن ذلك إخفاء بعض الأجزاء . تضم هذه الطائفة القواقع والودع والبطليونس والحلزونات وغيرها من ذوات الأصداف عديمة الغرف المكونة من قطعة واحدة (ذات المصراع) ، بالإضافة إلى البراقات عديمة الأصداف .

١٩ - ٦ . التركيب

القوقع الشائع ، كالقوقع الأوروى البنى (هيلكس أسيرسا ، شكل ١٩ - ٣) ، له رأس لحمى يحمل زوجين من اللوامس القابلة للإرتداد ، وزوجاً من الأعين ، وفماً . الرأس تتصل مباشرة بقدم عضلى طويل توجد فوقه الأعضاء الداخلية الرخوة ، وهى ملتفة داخل صدفة لولبية جيرية . الفتحة التناسلية تفتح على الجانب الأيمن للرأس ، تقع فتحة الشرج الصغيرة وكذلك الفتحة التنفسية الكبيرة على حاشية اليرنس الرخوة عند حافة الصدفة . اليرنس غشائى رقيق ، وهو يفرز الصدفة كما يعمل كبطانة لها ، وأيضاً يغلغل الأحشاء . جميع الأجزاء الرخوة المعرضة تغطى بطلاية رقيقة منتجة للمخاط ، ويمكن لهذه الأجزاء أن ترتد وتختفى تماماً داخل الصدفة ، وبم ذلك بواسطة عضلة تمتد داخليا إلى القمة .

الجهاز الهضمي يشمل : (١) الفم ، (٢) بلعوما عضلياً مزودا بفك قرني وعضو كاشط (سفن) له صفوف من الأسنان الكيتينية الدقيقة ، (٣) مريثا رفيعاً ، (٤) حوصلة رقيقة الجدار كبيرة ، (٥) معدة مستديرة ، (٦) أمعاء طويلة لولبية مزدوجة ، (٧) شرح . يوجد بنجان الحوصلة غدد لعابية لها قنوات تفتح في البلعوم ، كما يوجد كبد مفصص عند قمة الصدفة يتصل بالمعدة . في القوقع الأرضي ، توجد رئة بدلا من الخياشيم ، تتكون من شبكة من الأوعية الدموية تبطن الجدار الخارجي للتجويف البرنسي . يدخل الهواء إلى التجويف ويخرج منه عن طريق الفتحة التنفسية . يتم تهوية دم الجسم في الرئتين ، ثم يُدفع بواسطة القلب إلى الرأس والقدم والأحشاء . توجد كلية واحدة تسحب المخلفات من الكيس التاموري ثم تدفعها إلى التجويف البرنسي . تتجمع عقد عصبية مزدوجة حول البلعوم وتتصل بأعصاب تمتد إلى الأعضاء المختلفة . يعمل طرف كل لامة خلفية عيناً وعضو شم أحيانا ؛ يقع في مقدمة القدم زوج من أعضاء التوارن أو حويصلات التوازن ، وقد تحتوي البشرة على تراكيب حسية أخرى .

لكل قوقع جهاز تناسلي ذكري وأنثوي مشترك . يوجد عند قمة الصدفة مخيض (حسية + مبيض) ينتج كلاً من البيض والحيوانات المنوية . في الجهاز الأنثوي ، تمتد قناة من الخميص إلى الغدة الزلالية ؛ تخرج من الغدة الزلالية قناة البيض التي تفتح في المهبل ، الذي يؤدي بدوره إلى الدهليز التناسلي المشترك . تتصل بالمهبل قناة المستودع المنوي والغدة الأصبعية وكيس الحرة أيضا .



شكل ١٩ ٣ : قوقع الحدائق البني . هيلكس أسبيروا (طائفة البطقدميات) (أ) الصفات الخارجية من الناحية اليمنى . (ب) التركيب الداخلي من الجهة اليسرى . الرئة مبنية بالأوعية الدموية المتفرعة لتجويف البرنسي الذي يتصل بالقلب .

في الجهاز الذكري ، تنتقل الحيوانات المنوية في القناة الناقلة من الحميمض إلى القضيب الذى يوجد داخل كيس يتصل بالدهليز التناسلى .

١٩ - ٧ تاريخ طبيعى

يكون القوقع أكثر نشاطاً ليلاً وفي الجو الرطب . يمكن للقوقع أن ينزل ببطء على أثر غطاطى تفرزه غده في مقدمة القدم ، ويتم ذلك بمساعدة تموجات إنقباضية تسرى نحو الأمام في القدم العضلى . يتكون غذاء القوقع من نباتات خضراء ، يتم ترطيبها باللعاب ؛ يقبض الفك على الغذاء ثم تقوم أسنان السفن الدقيقة بتفتيته إلى أجزاء صغيرة . أثناء النهار ، يسحب القوقع رأسه وقدمه إلى داخل الصدفة ويختبئ داخل شق أو جحر ؛ وفي الجو الجاف ، يفرز الحيوان غطاءً مؤقتاً (حاجز غطائى) على فوهة الصدفة ، وبذلك يتجنب الجفاف .

يسبق الجماع عملية تبادل التراشق بين قوقعين ، بعدها يولج كل قوقع قضيبه في مهبل القوقع الآخر ، ويتم تبادل الحيوانات المنوية . يفصل القوقعان بعد ذلك . وبعد فترة ، يضع كل قوقع دفعات من بيض يغطاه جيلاتينى في أماكن رطبة ؛ يفقس البيض بعد عدة أيام وتخرج منه حيوانات صغيرة .

١٩ - ٨ بطنقديات أخرى

هناك أنواع عديدة من الرخويات وحيدة المصراع تتباين في الحجم والشكل والعادات ، ولكن معظمها بحرى (أشكال ١٩ - ٤ ، ١٩ - ٥) . الأنواع البدائية كانت تعيش في البحار ، وهناك دلائل تشير إلى أن البعض منها قد هاجر بعد ذلك إلى المياه العذبة أو إلى اليابسة لتصبح حيوانات رئوية التنفس . واليوم ، تتواجد البطنقديات في المياه المالحة والعذبة وعلى اليابسة ، وتنتشر من المناطق الاستوائية إلى المناطق شبه القطبية وحتى في الصحارى ، ومن ارتفاعات ١٨,٠٠٠ قدم (٢٤٠٠ متراً) في بعض المناطق الجبلية حتى ٢٥,٠٠٠ قدم (٧٦٠٠ متراً) في أعماق البحار .

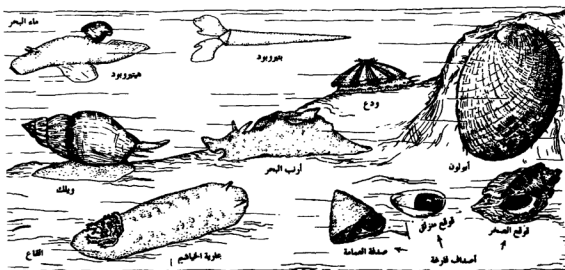
وعلى الرغم من أن البطنقديات بدأت أصلاً آكلات-إنبات ، إلا أن أنواعاً كثيرة منها الآن قد أصبحت آكلات لحوم تفرس رخويات أخرى أو لا فقاريات أخرى ، القليل منها يعيش متطفلاً . العديد من مواقع الماء العذب يعتبر عوائل متوسطة لا غنى عنها لبعض ديدان التريماطودا (فصل ١٧) . تكوّن الرخويات أحادية المصراع غذاءً لفقاريات ولا فقاريات متنوعة وللبشر البدائيين . الهيلكس يعتبر غذاءً شهياً لشعوب عديدة . وقد استعملت بعض الشعوب أنواعاً من الصدقات أحياة المصراع كنتقود ، مثال ذلك الوامبوم عند الهنود الأمريكيين .

طائفة ذوات المصراعين
(المحار والأويستر وخلافه)

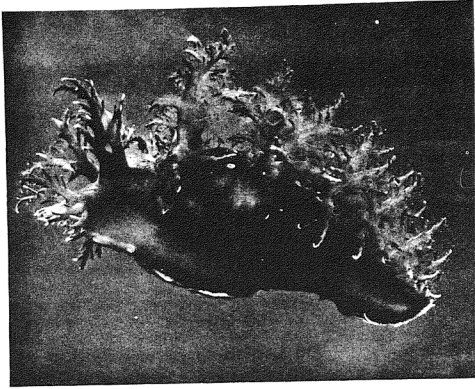
تضم هذه الطائفة حيوانات جانبية التماثل ، لها جسم رخو منضغط بين صدفتين جانبيتين متمفصلتين ظهرياً . ذوات المصراعين ليس لها رأس ، ولكن لها قدم أسفينية الشكل . تعيش هذه الحيوانات في المياه العذبة والملحة ، البعض منها يزحف والبعض الآخر يخفر في الرمل أو الطين ؛ بعض الأنواع تلتصق بالصخور . سندرس هنا محار ماء عذب كمثال لهذه الطائفة

١٩ - ٩ التركيب .

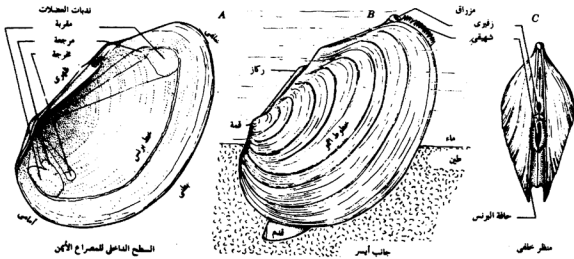
الصدفة يضاوية تقريبا ، تحمى الجسم الرخو ، وتتميز بخطوط غمو متتابعة تتركز حول إلتفاف (قمة) بالقرب من الحافة الظهرية الأمامية . يوجد رباط ركازى ظهرى يربط بين مصراع الصدفة من الجهة الظهرية ، كما يسمح بانفراج المصراعين من الجهة البطنية . السطح الداخلى لكل مصراع تظهر به ندبات تبين موضع اتصال العضلات المتنوعة . تعمل هذه العضلات على غلق المصراعين وعلى امتداد القدم وانقياضه .



شكل ١٩ - ٤ : بعض الطقفيات البحرية الحية، وبعض الأسلاف القارعة ؛ فيشورولا ، ودع ؛ هاليوتس ، أبولون ؛ كريستولا ، قوقع متزلق ؛ نيجولا ، صدف الصمامة ؛ كاريابيا ، هيتروبود ؛ موركس ، صدف الصخر ؛ بوكستوم ، وملك صالح للأكل ؛ أبلنيزيا ، أرنب البحر ؛ كريسيس ، جتروبود ؛ دوريس ، جارية الخنافس .



شكل ١٩ - ٥ : عارية الحياشيم (دندرونوتوس) وهي بحرية لحمية ، لها زوائد ظهرية عديدة التفرع (قرنيات) .

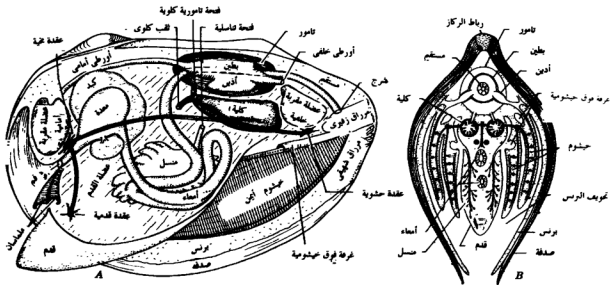


شكل ١٩ - ٦ : محار الماء العذب ، أنودونتيا (طائفة ذوات المصراعين) . الصدفة والصفقات الخارجية . الخطوط المشعة من القمة تبين مسار الإلتصالات العضلية عندما تنمو الصدفة في الحجم .

يتتركب الجسم الرخو من كتلة حشوية مكتنزة تحتوى على أعضاء متنوعة ، ويكون الجزء البطنى الأمامى القدم العضل . يوجد على كل جانب زوج من الحياشيم الرقيقة الصفيحية الشكل ، ويُغلف الجسم بفص من البرنس . يتكون كل فص برنسى من نسج رقيق يلتصق بالمصراع الذى يفزره . الحواف العضلية السالبة للبرنس تقترب من بعضها وتغصر بينها تجويف البرنس . تكون حواف البرنس فتحتين من الجهة الخلفية (شكل ١٩ - ٦ ب ، ج) ، هما مزراق شهيقي بطنى كبير ومزراق زغبرى ظهرى .

يشمل الجهاز الهضمي : (١) فماً صغيراً محاطاً ببنتيين رقيقتين (ملماسين) ؛ (٢) مرئياً قصيراً ، (٣) معدة مستديرة تفتح فيها قنوات من (٤) غدة هضمية مزدوجة أو كبد ؛ (٥) أمعاء ملتفة رفيعة ؛ (٦) مستقيماً ظهرها محاط بالقلب ؛ (٧) شرح يفتح في المزراق الزفري . يوجد بالقرب من المعدة جيب يحتوي غالباً على قضيب شفاف (عود بللورى) ، وينتج إنزيمات محلاً للنشا يساعد في هضم البلاكتون .

الجهاز الدوري يتضمن قلب ظهري مكون من أدنين وبطين عضلي ، ويحيط به كيس (تخويف تاموري) . يُدفع الدم من البطين إلى أورطي أمامي وأورطي خلفي ، ومنها إلى جميع أجزاء الجسم ، حاملاً المواد الغذائية والأوكسجين إلى الأنسجة ؛ تقوم الكليات باستخلاص الفضلات العضوية وتخرجها للخارج . بعض من الدم يعود إلى الأوردة ، والبعض الآخر يدخل إلى التجاويف النسيجية ، ومنها يعود مرة أخرى إلى القلب ؛ لذلك يعتبر هذا الجهاز الدموي من الطراز المفتوح .



شكل ١٩ - ٧ : محار الماء العذب ، أنودوتا . (أ) التركيب الداخلي كما يظهر بعد إزالة الصدفة والبرنس والحياض من الجانب الأيسر . (ب) قطاع عرضي خلال منطقة القلب . كلا الرسمين تخطيطي . (ب ، عن ستميل) .

تعتبر الخياشيم (شكل ١٩ - ٨) أعضاء التنفس الرئيسية ، كما يساعد البرنس في التنفس . يُسحب الماء داخل المزراق الشهيقي ، ثم يمر خلال ثقب في الخياشيم ، ويتم هناك تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون . تمتد من الثقب أنابيب مائية تؤدي إلى غرفة متصلة بالمزراق الزفيري .

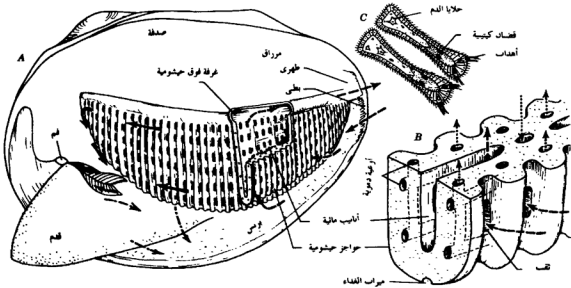
تكون كل كلية على شكل حرف U ، وتجمع الفضلات من التجويف التاموري ثم تدفعها إلى الغرفة فوق الخيشومية .

الجهاز العصبي يتركب من ثلاثة أزواج من العقد تتصل بأعصاب تمتد إلى مختلف الأعضاء . التركيب الحسية تشمل مستقبلات الضوء على حافة البرنس ، أعضاء التوازن (حويصلات التوازن) في القدم ، أعضاء اللمس ، ومستقبلات كيميائية لإختبار الماء الداخل إلى المزراق الشهيقي ؛ إذا احتوى الماء على نسبة عالية من الطمي ، قلت كمية الماء التي تدخل الحيوان .

الجنسان منفصلان ولكنهما متشابهان خارجياً ، لكل منسلان متفرعان في القدم .

١٩ - ١٠ . تاريخ طبيعي

يعيش محار الماء العذب في الرمل والطين ، أو مغروزا بين الصخور ، بحيث يكون المصرعان مفتوحين قليلاً وحافتا البرنس مغلقتين والمزراقان مكشوفين (شكل ١٩ - ٦ ب) يُسحب الماء



شكل ١٩ - ٨ : محار الماء العذب . رسوم تخطيطية لتركيب الخياشيم . (أ) الخيشوم الأيسر الخارجي منزوع جزئياً مينا التركيب الداخلي ؛ - - مسار الماء ؛ - - مسار دقائق الغذاء التي تقتصص بمادة مخاطية وتُدفع إلى القدم ؛ - - مسار الدقائق المطرودة . (ب) جزء من خيشوم مكرر ؛ ... - - مسار الدم ، لأسفل في الأوعية الواردة ، ولأعلى في أوعية صادرة . (ج) قطاع عرضي لخارجين خيشوميين مكرر لوضوح الأسطح المهدبة وخلايا الدم .

المحمل بالغذاء والأوكسجين إلى تجويف البرنس عن طريق المزراق الشهيقى ، تُقتنص الدقائق العضوية والكائنات الدقيقة بمادة مخاطية توجد على الخياشيم ، ثم يدفع الغذاء للأمام تجاه الفم بواسطة حركة هدية . يمر الماء بعد ذلك خلال الخياشيم ومنها إلى الخارج عن طريق المزراق الزفيرى . الحيوان الرخوى ذو المصراعين يمكنه الانتقال ببطء وذلك بأن يمد قدمه ثم ييسطه ويثبت كالهلب ، وبعد ذلك يسحب جسمه للأمام .

١٩ - ١١ التكاثر

معظم ذوات المصراعين تطلق البيض والحيوانات المنوية في الماء ، حيث يتم الإخصاب . تتكون يرقة التروكوفور ، وتظهر لها صدفة (يرقة الفليجر أو المبرقة) . تتحول اليرقة في النهاية وتتحول إلى محار بالغ صغير (صورة مصغرة من الحيوان البالغ) . في جميع أنواع محار المياه العذبة ، تصبح خياشيم الإناث متخصصة كأكياس دموية لاستقبال البيض الناضج . تدخل الحيوانات المنوية من الذكر مع تيار الماء الداخل ، ويُخصب البيض ، تتكون يرقة دقيقة (السهيمه) (جلوكيديوم) ، شكل ١٩ - ٩) . تخرج هذه اليرقات إلى الماء عن طريق المزراق الزفيرى ، ثم تلتصق بخياشيم أو بشرة أسماك المياه العذبة . تتكون محفظة حول كل طفيل صغير بمجرد إلتصاقه ، ويتغذى هذا الطفيل على سوائل جسم العائل . تنمو هذه اليرقة المتطفلة إلى محار صغير ، ثم تنفصل عن السمكة وتصبح حرة المعيشة . إنتشار هذه الرخويات ذوات المصراعين يصبح ممكناً نتيجة لطريقة المعيشة الفريدة لليرقات على الأسماك . مخاطر التكاثر كبيرة في ذوات المصراعين ، لذلك تنتج أعداداً هائلة من البيض عدة آلاف في محار الماء العذب ، ١٦ إلى ٦٠ مليون في أويستر واحد خلال موسم واحد .

١٩ - ١٢ ذوات مصراعين أخرى

معظم ذوات المصراعين بحرية ، وهى واسعة الإنتشار في مناطق المد والجزر والمياه الضحلة ، ولكن البعض منها يقطن الأعماق البعيدة التى تصل إلى ٣٣,٠٠٠ قدم (١٠,٠٠٠ متر) . الغالبية الساحقة تعيش على قاع البحر أو في جحور في الطين أو الرمل ، القليل يحفر في الأرضى الطفلية أو الصخور الرخوة ؛ الأويسترات وغيرها تلتصق بصفة دائمة بالصخور أو بالأصداف . ديدان السفن الرفيعة أو التريلو تحفر أنفاقاً في خشب السفن أو أرضفة الميناء (شكل ١٩ - ١٠) هناك أنواع قليلة تعيش معيشة تكافلية أو متطفلة .

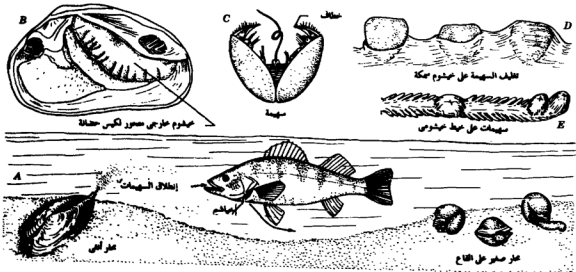
١٩ - ١٣ العلاقات بالإنسان

تستعمل ذوات المصراعين كغذاء للإنسان منذ قرون لا حصر لها . العديد من الشواطىء يوجد بها روائى صدفية من المخلفات الأثرية . أحد الرواى الهندية في سان فرانسيسكو تحتوى على أكثر من مليون قدم مكعب (٢٨,٠٠٠ متر مكعب) من الأصداف الفارغة التى تراكمت منذ ٣٥٠٠ سنة

تقريبا . يبلغ المحصول السنوي من الأويسترات والمحار والكالوب في الولايات المتحدة أكثر من ١,٤ بليون رطل (٦٣٥ مليون كيلو جرام) ، تقدر قيمته بأكثر من ٦٣ مليون دولار . تجمعات الأويستر الطبيعية الجيدة في المياه الضحلة تكون لها قيمة عالية . ترى الصغار بصفة منتظمة لتحيض الأويسترات البالغة التي يتم جمعها بواسطة الجرافات والملاقط . تستخدم الأويسترات المسحوقة في رصف الطرق وكملف للدجاج والدواجن الأخرى . يتم جمع أنواع عديدة من المحار بدويا ، وفي أماكن كثيرة توضع قواعد معينة لجمع المحار وذلك بالنسبة للحجم والعدد والفصول ، والغرض من ذلك المحافظة على المحصول .

في الكثير من ذوات المصراعين ، عندما يستقر جزء صغير من مادة غريبة بين البرنس والصدفة ، تُغرز حول هذا الجسم طبقات رقيقة من بطانة صدفية (مادة لؤلؤية) مكونة بذلك لؤلؤه . قد تتكون هذه اللآلئ في محار الماء العذب أو في بعض الأويسترات ، ولكن أنواع اللآلئ ذات القيمة العالية توجد في أويسترات بحرية بشرق آسيا . يقوم اليابانيون بإدخال دقائق صغيرة تحت البرنس ، ثم تحفظ هذه الرخويات من ذوات المصراعين في أقفاص خاصة لعدة سنوات حتى تتكون اللآلئ . أزرار الملابس اللؤلؤية تقتطع من أصداف محار المياه العذبة .

التريلو تحفر أنفاقاً في الأرضة الخشبية وخشب المراكب مسببه أضراراً جسيمة ، ويمكن تجنب ذلك بتغطية الخشب بطلاءات خاصة أو بمعدن ، أو باستعمال أعمدة مسلحة في بناء الأرضة .



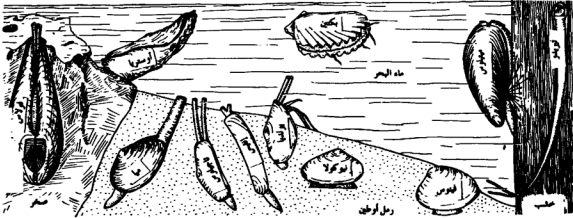
شكل ١٩ - ٩ : محار الماء العذب . (أ) رسم تخطيطي لفورة الحيلة . (ب) المحشوم الخارجي للأشئ مصورا إلى كيس حذلة . (ج) السهمية . (د) السهمية مطقة بشرة على محشوم سمكة . (هـ) سهميات على محط سمكوس . (ب - د عن ليهور وكوتس ، ١٩١٠) .

طائفة الرأسقدميات (الحبار والأخطبوط وغير ذلك)

تعتبر الرأسقدميات أرق الرخويات تكويناً ؛ المثال الشائع ، الحبار لوليجو ، يعيش في البحار بالقرب من الشواطئ . هناك مثال لحبار آخر يعيش في الأعماق البعيدة ، هستيوتيوتيس (شكل ١٩ - ١١) .

١٩ - ١٤ التركيب والتاريخ الطبيعي (شكل ١٩ - ١٢)

الجسم قمعي الشكل رفيع مغلف بيرنس عضلي ، ويحمل زعنفتين مثلثتين في الخلف . الرأس كبيرة بها عينان مميزتان وفم مركزي محاط بعشرة أذرع رفيعة مرنة تحمل ممصات . يوجد بالجسم قلم قرني (الصدفة) ، يعطى صلابة للجسم ؛ يُغلف المخ بمادة شبيهة بالفضروف تدعم منطقة العنق . يحيط بالأعضاء الداخلية تجويف البرنس ، الذي يبرز منه مزراق أنبوي يفتح أسفل العنق . يسحب الماء إلى الداخل في تجويف البرنس ، ثم يُدفع بقوة للخارج عن طريق المزراق ، وبذلك ينطلق الحيوان في الماء كالنفاث أو الصاروخ ، ويمكنه الاندفاع للأمام أو للخلف حسب اتجاه المزراق (شكل ١٩ - ١٣) . تساعد الزعانف في التوجيه والسباحة . الجهاز الهضمي يشمل : (١) فماً ؛ (٢) بعلماً عضلياً مزوداً بفكين قرنيين يشبهان المثقار وعضواً كاشطاً (سفن) يحمل صفوفاً من الأسنان الصغيرة ؛ (٣) مريئاً طويلاً ؛ (٤) معدة عضلية لها أعور رقيق الجدار ؛ (٥) أمعاء رفيعة



شكل ١٩ - ١٠ : الأنواع الطبيعية لبعض إسفنيات القدم البحرية الحية . وهي مصفوفة بمقاييس مختلفة . نوتولا ؛ يولديا ؛ أوسبوا ، أو مستر صالح للأكل ؛ ميتلوس ، حمار البحر بخبوط نسالة ؛ بكين ، سكالوب ؛ ما ، حمار الطين ؛ فيوس قفد الماء ؛ تاجيلوس ، حمار المطواة ؛ أنفيس ، حمار الموس ؛ فولاس ، ثاقب الصخر ؛ تويديو ، دودة الأعمدة أو دودة السفن .

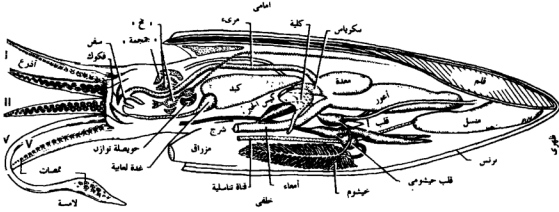
تنتهى (٦) بالشرح الذى يفتح في تجويف البرنس . تفتح في البلعوم غدد لعابية ، كما يوجد كبـد وبنكرياس يتصلان بالمعدة بواسطة قنوات . يتغذى الحبار على قشريات ورغويات وأسمك ، حيث يقبض عليها بالأذرع ثم يقضمها بالفكوك . يفتت الحبار غذاءه بعد ذلك بواسطة السفن .

يتصل بالأمعاء كيس الحبر ، ويحتوى على سائل داكن ، يطلقه الحيوان عن طريق المزراق فيحدث « ستاراً من الدخان » في الماء ، وهذه الوسيلة يستطيع الحبار الهرب من الأعداء . يوجد بتجويف البرنس خيشومان للتنفس . تحمل الأوردة الدم من أنسجة الجسم إلى قلب خيشومي ، يُدفع الدم بعد ذلك في الشعيرات الخيشومية ، ومنها إلى قلب آخر يعرف بالقلب الجهازى ، وهو مكون من أذنين وبطين . يدفع القلب الجهازى الدم في شرايين تمتد لجميع أجزاء الجسم . بخلاف الرغويات الأخرى ، فإن الجهاز الدورى في الحبار من النوع المغفل . الأعضاء الإخراجية في الحبار تمثل بكليتين . المخ يوجد فوق البلعوم ؛ إلى جانب أعضاء التوازن (حويصلات التوازن) ، توجد للحبار عين وهى فريدة في نوعها بين اللافقاريات ، إذ يمكنها تكوين صورة حقيقية .

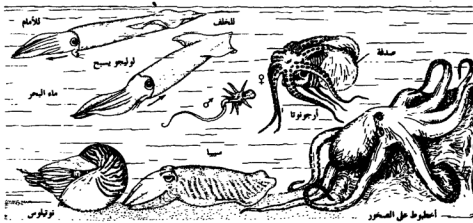
الجنسان منفصلان في الحبار . تنتج الأنثى بيضاً مثقلاً بالمش ، يتم إخصابه داخل تجويف البرنس . تضع الأنثى البيض في محافظ جيلاتينية طويلة . لا يوجد طور يرق ، تفقس الصغار على شكل حيوانات بالغة صغيرة .



شكل ١٩ - ١١ : حبار (هيتيوتيس) (إهداء من جارى ماككونالد)



شكل ١٩ - ١٢ : الحبار ، لوليگو (طائفة الرأسقدميات) . التركيب الداخلي كما يظهر بعد إزالة جدار الجسم والأذرع من الجانب الأيسر .



شكل ١٩ - ١٣ : أمثلة من الرأسقدميات . لوليگو ، حبار ، سيبا ، حبار ، (مييط) ؛ نوتيلوس ، النوتيلوس اللؤلؤي ؛ أرجونوتا ، النوتيلوس الورق ؛ أوكويس ، الأخطبوط . مصغرة بمقاييس مختلفة .

١٩ - ١٥ . رأسقدميات أخرى

إزدهرت هذه الطائفة في البحار منذ العصر الكامبري ، ويعرف منها حوالى ١٠,٠٠٠ نوع حفرى . الرأسقدميات الحية جميعها مفترسة ، وهى حرة السباحة عادة (شكل ١٩ - ١٣) . أهم الرأسقدميات المألوفة هى الحبار والأخطبوط . الأنواع الكبيرة منها يخشاه الناس لفكوكها القوية ، وما يشاع عن قدرتها على عصر الفريسة بأذرعها . تعيش الحبارات الصغيرة فى أسراب ضخمة ، وتعتبر الغذاء المفضل لحيوانات بحرية أخرى ، كما تستعمل كطعم للسماك وكغذاء للإنسان . الأخطبوط له جسم بصلب الشكل ، لا يوجد به صدفة ، له ثمانية أذرع طويلة تحمل ممصات ؛ يزحف الأخطبوط عادة على القاع فى مناطق المد والجزر ، ولكن يمكنه السباحة مستخدما المزراق .

مراجعة

- ١ - ما هي المميزات العامة لشعبة الرخويات ؟
- ٢ - بين في جدول الصفات المميزة لست طوائف من الرخويات ، بالنسبة للصدفة ، أجزاء الفم ، نوع الغذاء ، طريقة التنفس ، والحركة .
- ٣ - ما هي وظائف كل من البرنس والسفن والقدم وحويلة التوازن في قوقع الحدائق ؟
- ٤ - كيف يختلف التكاثر في قوقع أرضى عنه في محار ماء عذب ؟
- ٥ - لماذا تكون حركة الرخويات بطيئة ؟
- ٦ - ما هي أهمية يوقه السهيمية بالنسبة للأنواع ذات المصراعين التي تعيش في المياه العذبة ؟
- ٧ - ما هي صفات الرأسديميات التي تختلف عن بقية الرخويات والتي تعتبر ضرورية للحركة السريعة ؟
- ٨ - ما هي الصفات التركيبية التي تربط الحبار ببقية الرخويات ؟ ما هي الأهمية الخاصة للأذرع والمزراق وكيس الحبر ؟

الفصل العشرون

الديدان المعقلة

على النقيض من الديدان التي سبق شرحها ، فإن الديدان التي تتبع شعبة الحلقيات لها أجسام مكونة من عقل أو قطع متشابهة مميزة خارجياً وداخلياً . تعيش ديدان الأرض (طائفة قليلات الأشواك) بصفة رئيسية في التربة الرطبة ، أما الديدان البحرية (طائفة عديدات الأشواك) فإنها تعيش في بيئات بحرية متنوعة ، الديدان العلقية (العلقيات) تقطن المياه العذبة أو الأرض الرطبة .

العديد من الحلقيات حرة المعيشة ، والبعض يغفر أو يعيش في أنابيب ، بعض الحلقيات تعيش معيشة تكافلية مع حيوانات مائية أخرى والقليل منها متطفل . ديدان الأرض الشائعة معظمها صغيرة الحجم ، لا يتعدى طولها بضع بوصات ، ولكن توجد في الأكوادور وأستراليا أنواع عملاقة يزيد طولها عن ٧ أقدام (متران) وقطرها بوصة واحدة (٢,٥ سم) ؛ وعلى النقيض من ذلك ، فإن أصغر الأنواع لا يتجاوز طولها ١ مم ، الحلقيات البحرية تتباين في الحجم ، من الدقيق إلى ثلاثة أمتار تقريباً . العلقيات تتراوح أطوالها من ١٠ إلى ٢٠٠ مم ، ولكن معظمها صغير الحجم .

٢٠ - ١ الخصائص

- ١ - التماثل جانبي ؛ الجسم طويل ذو تعقيل مميز خارجي وداخلي .
- ٢ - يوجد على كل عقلة أطراف بفاصول جاذبية لحمية و/ أو قضبان أو أشواك كيتينية دقيقة (لا توجد في بعض الأنواع) .
- ٣ - الجسم مغطى بجلد رطب يخلط بطلائع غدية حسية .
- ٤ - يزود جدار الجسم والقناة الهضمية بطبقات من العضلات الدائرية والطولية ، تحوي الجسم (السيلوم) جيد التكوين (عدا العلقيات) وعادة مقسم بمجاذر .
- ٥ - القناة الهضمية كاملة ، أنبوبية ، وتمتد بطول الجسم .

- ٦ - الجهاز الدورى مقفل ، به أوعية طويلة تمتد منها أفرع لكل عقلة ؛ بلازما الدم تحتوى على هيموجلوبين أو أصباغ تنفسية أخرى .
- ٧ - التنفس عن طريق الجلد ، أو الحياشيم فى بعض الأنواع التى تقطن الأنابيب .
- ٨ - الجهاز الإخراجى يتكون نموذجيا من زوج من النفريديات فى كل عقلة من عقل الجسم .
- ٩ - الجهاز العصبى يتكون من مخ ظهري أمامى (عقد مخية مزدوجة) يتصل بمجلى عصبى بطنى وسطى يمتد بطول الجسم ، وله عقد وتفرعات فى كل عقلة ، توجد خلايا لمس وتذوق وتمييز الضوء .
- ١٠ - الجنسان متحدان والتكوين مباشر ؛ أو الجنسان منفصلان بطور يرق ؛ التكاثر بالتبرعم فى بعض الأنواع .

تشابه الحلقيات مع مفصليات القدم فى الآتى : جسم معقل مغطى بجلد تفرزه البشرة ، نمط الجهاز العصبى ، وطريقة تكوين الميزودرم . وتباين فى الآتى : بها تخصص أدنى فى عقل الجسم ، عدم وجود هيكل خارجى صلب ، وأطراف بسيطة غير معقدة ، تجويف جسم كبير (سيلوم) ، جهاز دموى مقفل ، وعدم وجود أطوار يرقية متتابعة .

طائفة قليات الأشواك

(ديدان الأرض ، إلخ .)

تضم هذه المجموعة ديدانا لها أشواك قليلة فى كل عقلة . دودة الأرض الشائعة فى أوروبا وشرق أمريكا الشمالية (لميريكس تيرسترس) هى المثال الذى يوصف فيما يلى .

٢٠ - ٢ الصفات الخارجية

الجسم اسطوانى (شكل ٢٠ - ١) ، قد يبلغ طوله ١٢ بوصة (٣٠ سم) وقطره $\frac{3}{8}$ بوصة (١ سم) ، ويميل إلى الاستدارة عند الطرفين ؛ السطح البطنى مفلطح قليلاً وأبته لوناً . لا يوجد رأس مميز . يقسم الجسم كله بمجايزب عرضية مميزة إلى حوالى ١٥٠ (١١٥ - ٢٠٠) عقلة حلقية الشكل . يقع الفم فى العقلة الأولى (خلف الفص الأمامى مباشرة ، أو قبله) ، والشرح فى العقلة الأخيرة يوجد على العقل من ٣٢ إلى ٣٧ إنتفاخ غدى ، السرج ، الذى يفرز شرنقة لحفظ البيض يوجد على كل عقلة من عقل الجسم عدا الأولى والأخيرة أربعة أزواج من الأشواك الدقيقة ، تُفرز كل منها من خلية خاصة . كل شوكة لها القدرة على الإمتداد أو الإرتداد أو الحركة فى أى اتجاه بواسطة عضلات داخلية . وهذه الأشواك تساعد الدودة فى تثبيت نفسها عندما تكون داخل جحرها أو عندما تتحرك على الأرض . بالإضافة إلى الفم والشرح ، توجد على الجسم فتحات

خارجية صغيرة عديدة : (١) ثقب ظهرى يوصل تجويف الجسم بالخارج ويقع في كل ميزاب بين العقل (من العقلة ٨ أو ٩ إلى الطرف الشرقي) ؛ (٢) زوج من الفتحات الإخراجية ، أو الثقوب التفريدية وموقعه بطنى جانبي على كل عقلة (عدا العقل ١ - ٣ والعقلة الأخيرة) ؛ (٣) زوجان من الفتحات من المستودعات المنوية وهى جانبية وتقع في الميزابين بين العقل ٩/١٠ و ١١/١٠ ؛ (٤) فتحتان لقناتى البيض على السطح البطنى للعقلة ١٤ ؛ و (٥) فتحتان لقناتين منويتين على العقلة ١٥ .

يُغطى الجسم بجلد رقيق تفرزه البشرة ، ويتم ترطيبه بمادة مخاطية من غدد وحيدة الخلية بالبشرة . يوجد تحت البشرة طبقة رقيقة من عضلات دائرية يليها طبقة سميكة من عضلات طولية . الإنقباضات المتعارضة والمتنوعة لهذه العضلات على الجسم المملوء بالسائل تُحدث أنواعاً عديدة من الحركات التى تُشاهد في الدودة الحية . لا يوجد هيكل .

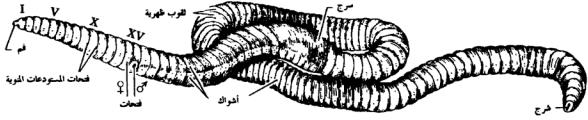
٢٠ - ٣ التركيب الداخلى

يتركب الجسم في دودة الأرض من أنبويتين متداخلتين (أشكال ٢٠ - ٢ ، ٢٠ - ٣) هما جدار الجسم الخارجى والقناة الهضمية المستقيمة الداخلية . يوجد بين الأنبويتين تجويف الجسم أو السيلوم ، وينقسم إلى سلسلة من حجرات حلقيه الشكل بواسطة فواصل عرضية رقيقة ، أو حواجز ، بين العقل . يُطِن جدار الجسم وكذلك جميع الأعضاء الداخلية بطلائية ملساء رقيقة (البريتون) .

٢٠ - ٤ الجهاز الهضمى

يتركب من (١) فتحة الفم وتجويف الفم (العقل ١ - ٣) ؛ (٢) بلعوم قصير (العقل ٤ ، ٥) يحاط ببصلة متينة من ألياف عضلية وغدد ؛ (٣) مريء رفيع (العقل ٦ - ١٤) ؛ (٤) حوصلة كروية رقيقة الجدار (معدة أمامية ، العقل ١٥ ، ١٦) ؛ (٥) قانصة (العقل ١٧ ، ١٨) لها جدار عضلى سميك ومبطنة بجلد من الداخل ؛ و (٦) أمعاء طويلة تمتد إلى (٧) الشرج . الأمعاء رقيقة الجدار وتنتفخ جانبياً في كل عقلة ، ويوجد بها ثنية ظهرية للداخل ، التفلوسول ، وهنا التفلوسول مع الانتفاخات تكون سطحاً إضافياً لهضم وامتصاص الغذاء .

يتكون غذاء دودة الأرض أساساً من أوراق النباتات . يربط الغذاء بإفرازات من البلعوم ثم يسحب داخل الفم بواسطة حركات عضلية . يخزن الغذاء لبعض الوقت في الحوصلة ، ثم يطحن في القانصة العضلية بمساعدة حبات الرمل الموجودة بها . يهضم الغذاء بواسطة إنزيمات تفرزها الطلائية الهضمية للأمعاء ، ثم يمتص بعد ذلك . تمر البقايا غير المهضومة إلى الخارج عن طريق الشرج . قد تأكل الدودة بعض الحيوانات الصغيرة التى تصادفها على الأرض ، كما تتغذى أيضاً على المواد العضوية الموجودة في التربة التى تبتلعها أثناء حفرها لجحر جديد .



شكل ٢٠ - ١ : دودة الأرض ، لامريكس تريستريس (طائفة قليلات الأشواك) ؛ الصفات الخارجية .
١٥ - ١ : عقل .

٢٠ - ٥ الجهاز الدورى والجهاز التنفسى

يتركب الدم من بلازما سائلة تحتوى على صبيغ تنفسى ذائب (هيموجلوبين ، يعطى الدم لوناً أحمر) ، وكريات حرة عديمة اللون (خلايا أميبية) . يسرى الدم فى جهاز مقفل من الأوعية الدموية . الأوعية الطولية الرئيسية هى :

(١) الوعاء الظهرى ، يمتد فوق القناة الهضمية من البلعوم إلى الطرف الخلفى ؛ (٢) الوعاء البطنى ، يمتد بين القناة الهضمية والحبل العصبى ؛ (٣) الوعاء العصبى الجانبى ، يمتد على كل جانب من جانبيه الحبل العصبى ؛ (٤) الوعاء التحتعصى ويمتد أسفل الحبل العصبى . تحتوى كل عقلة على أوعية عرضية مزدوجة فى جدار الأمعاء وجدار الجسم . يصل بين الوعائين الظهرى والبطنى خمسة أزواج من القلوب فى العقل ٧ إلى ١١ . تقبضات الوعاء الظهرى والقلوب تسبب تدفق الدم .

لا يوجد جهاز تنفسى منظم . يستقبل الدم الأوكسجين ويعطى ثانى أكسيد الكربون ، ويتم ذلك فى الشعيرات الدقيقة الواقعة مباشرة تحت الجليد الرطب الذى يغطى البشرة . يتحد الأوكسجين بالهيموجلوبين الذى ينقله إلى الأنسجة المختلفة . يسرى الدم للأمام فى الوعاء الظهرى وللخلف فى الأوعية البطنية

٢٠ - ٦ الجهاز الإخراجى

يوجد فى كل عقلة من عقل الجسم (عدا الثلاثة الأولى والعقلة الأخيرة) زوج من الأعضاء الإخراجية الأنبوبية الملتفة أو التفريعات (شكل ٢٠ - ٤) . تمتد كل نفريدة فى عقلتين متتاليتين . تبدأ النفريدة بقمع مهذب (فم النفريدة) يقع فى العقلة الأمامية قبل الحاجز مباشرة ، يلى القمع قناة تخترق الحاجز إلى العقلة الخلفية ثم تلتف وتزود جيداً بشعيرات وتنتهى بمثانة كبيرة تفتح للخارج بفتحة إخراجية (ثقب نفريدى) . أهذاب القمع تجمع الفضلات من السيلوم ، كما تنتقل الفضلات

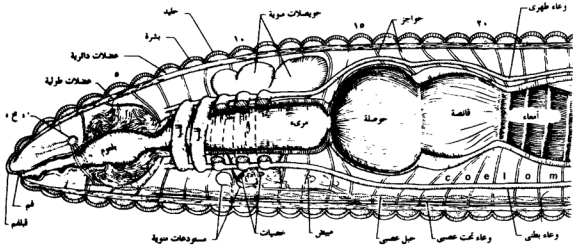
العضوية من الشعيرات الدموية إلى النفيدة بطريق الانتشار . تمر هذه الفضلات بعد ذلك إلى الخارج عن طريق الفتحة الإخراجية .

٢٠ - ٧ الجهاز العصبي (شكل ٢٠ - ٥)

يقع المخ فوق البلعوم وهو مكون من عقدتين فوقلعميتين (محيتين) ؛ يمتد من المخ وصلتان جانبيتان تحيطان بالبلعوم ثم تتصلان بالحبل العصبي البطنى الوسطى . يمتد الحبل العصبي خلفاً نحو الطرف الخلفى ، ويوجد به فى كل عقلة عقد عصبية منتفخة وثلاثة أزواج من الأعصاب الجانبية . يبدو الحبل والعقد كأنها فردية ولكنها فى الواقع تراكيب مزدوجة . تمتد أعصاب عديدة من المخ إلى منطقة الفم والطرف الأمامى للجسم . تحتوى البشرة على أعضاء حس ، كل يتكون من خلية حسية خاصة تبرز خلال البشرة ، كما توجد أيضاً خلايا تميز الضوء .

٢٠ - ٨ الجهاز التناسلى

يوجد بكل فرد أعضاء جنسية ذكرية وأُنثوية (شكل ٢٠ - ٦) . الجهاز الذكري يشمل (١) زوجين من الخصيات الصغيرة ، يوجد خلف كل منها (٢) قمع منوى يتصل (٣) بقنية صادرة قصيرة . تتحد القنيتان على كل جانب ليكونا (٤) قناة ناقلة كبيرة تؤدى إلى (٥) ثقب ذكرى على العقلة ١٥ . توجد الخصيات والأفماع داخل (٦) زوجين من الحويصلات المنوية الكبيرة التى تبقى فيها الميائات حتى يتم نضجها ، وتطلق بعد ذلك أثناء الجماع . الجهاز الأنثوى

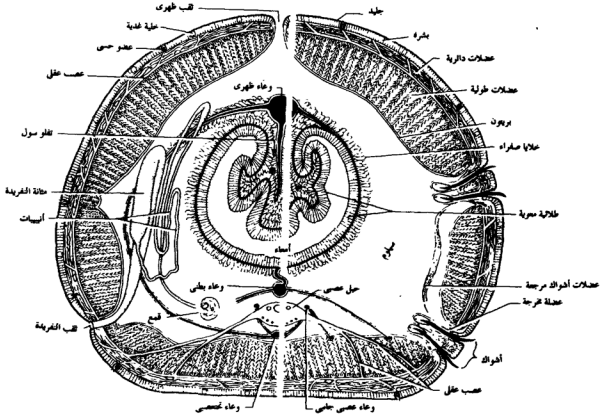


شكل ٢٠ - ٢ : دودة الأرض . التركيب الداخلى للجزء الأمامى من الجهة اليسرى ؛ جدار الجسم والقناة الهضمية مبيانان بقطاع وسطى ؛ مبين أيضاً قلبان فى مكانهما ، النفيريدات مخنوقة ؛ الأعضاء التناسلية للجانب الأيمن مينة . العقل : ١ - ٢٠

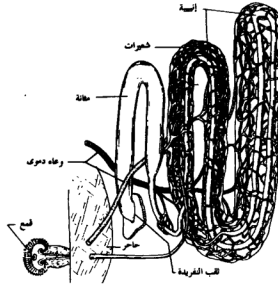
المزدوج يتركب من (١) مبيضين يطلقان البيض الناضج في تجويف الجسم ، ثم يتم جميع البيض بواسطة (٢) قمحين مهدين يؤديان إلى (٣) قناة البيض اللذين يفتحان للخارج على العقلة ١٤ . يتضمن الجهاز الأنثوي أيضاً (٤) زوجين من مستودعات منوية كروية صغيرة (تفتح في العقلتين ٩ و ١٠) هذه المستودعات تستقبل الحيوانات المنوية أثناء الجماع وتحتجزها إلى أن يُحتاج إليها عند تلقيح البيض في الشرقة .

٢٠ - ٩ تاريخ طبيعى

تنتشر ديدان الأرض في معظم أنحاء العالم ، وتكثر بصفة خاصة في التربة الجيدة الغنية بالدبال وذات الرطوبة العالية . وهى تقطن في جحور تحمبها من التقلبات الجوية والحيوانات المفترسة ، ويمكنها أن تخترق التربة لأعماق تصل إلى ٦ أو ٨ أقدام (١,٨ - ٢,٤ متراً) من السطح وبذلك تتجنب الحرارة والبرودة القصوى وكذلك الجفاف . وفي التربة الطينية الثقيلة تشق الدودة طريقها بابتلاع الطين . يمر الطين خلال القناة الهضمية ثم يوضع عند السطح على شكل كتل صغيرة أو



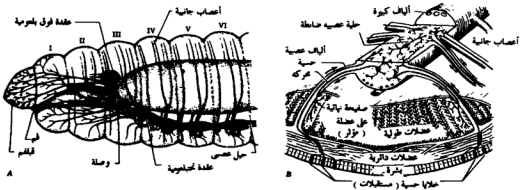
شكل ٢٠ - ٣ : دودة الأرض . قطاع عرضي . النصف الأيسر بين نفريدة كاملة وبقياً ظهرياً ولكن الأشواك مملوكة ؛ النصف الأيمن يتضمن الأشواك ولكن النفريدة غير موجودة .



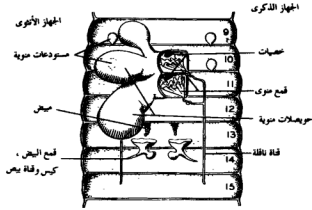
شكل ٢٠ - ٤ : عضو إخراجي للدودة الأرض ، نفريدة كاملة ، مكبرة

« طرح » . في الطبقة السطحية الرخوة للتربة أو الدبال تشق الدودة طريقها بين دقائق التربة .

في التربة الرطبة ذات الحرارة المعتدلة ، تستلقي الدودة بالقرب من الطرف العلوى للجحر أثناء النهار ، بحيث يكون طرفها الأمامى لأعلى . ولكنها تنشط أثناء الليل ، فيبرز طرفها الأمامى خارج الجحر للاستكشاف ، للبحث عن الطعام أو للتزاوج ، ولكن أشواك العقول الخلفية للجسم تثبت نفسها داخل الجحر ، وبذلك يمكن للدودة أن تترد بسرعة داخل الجحر إذا أحسست بالخطر . ومن



شكل ٢٠ - ٥ : دودة الأرض . الجهاز العصبي . (أ) العقد والأعصاب الكبيرة للطرف الأمامي : (ب) رسم مجسم للجهاز العصبي البطنى وجدار الجسم مينا قوساً عصبياً بسيطاً . الخلايا الحسية (مستقبلات) للبرشة تتصل بالألياف حسية تمر في عصب جانبي إلى الحبل العصبي ؛ انخوار الحسى يتصل بعصب محرك من خلال تشابك عصبي ويؤدى إلى عضلات الجسم (مؤثر) . تبين الأسهم اتجاه السيالات العصبية .



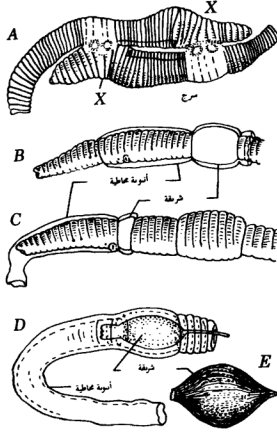
شكل ٢٠ - ٦ : الجهاز التناسلي للدودة الأرض ، منظر ظهري (الأعضاء الأخرى محذوفة) . الحويصلات المنوية مزالة على الجانب الأيمن .

حين لآخر ، تترك الدودة جحرها كلية ، وتنقل على سطح الأرض . عندما تغمر التربة بالفيضانات أو بالأمطار الغزيرة فإن العديد من الديدان تبرز من جحورها .

بينت التجارب أن ديدان الأرض تستجيب سلباً للضوء والجفاف وإيجابياً للتلامس ، وخاصة على التربة ، والرطوبة . وهي حساسة للذبذبات الآلية كخطوات الأقدام على الأرض ، ولكن من الواضح أنها لا « تسمع » الذبذبات الصوتية البسيطة في الهواء . ديدان الأرض تبقى محتبئة من ضوء النهار ، وهي تنسحب بسرعة إلى جحورها إذا سلط عليها ضوء أثناء الليل . إذا أخرجت الديدان للسطح عند قلب تربة الحديقة بجاروف ، فإنه يلاحظ أنها تتحرك بسرعة بحثاً عن الظلام والرطوبة داخل التربة .

٢٠ - ١٠ . التكاثر

تكاثر ديدان الأرض معظم السنة ، غير أن معدل التكاثر يزداد بدرجة كبيرة عندما يكون الجو دافئاً ورطباً . يتم التزاوج ليلاً ويستمر لساعتين أو ثلاث . تبرز دودتان من جحرهما وتلتصقان بسطحيهما البطنين ، بحيث يكون طرفاهما الأماميان في اتجاه مضاد (شكل ٢٠ - ٧) . تحترق أشواك بطنية خاصة لكل دودة جسم الدودة الأخرى مما يساعد على زيادة الالتصاق بين الدودتين . تفرز كل دودة بعد ذلك أنبوبة مخاطية حول نفسها . يتبادل الدودتان الحيوانات المنوية . تخرج الحيوانات المنوية من عقلة ١٥ لدودة وتنقل في ميازيب بطنية على الجسم إلى المستودعات المنوية للدودة الأخرى ، وبذلك يحدث تلقيح خلطي متبادل . تنفصل الدودتان بعد ذلك ، ثم يفرز السرج لكل دودة شرنقة يدخل فيها البيض ؛ وعندما تنزل الشرنقة للأمام تنتقل إليها الحيوانات المنوية من المستودعات المنوية ، ويتم تلقيح البيض . تنزل الدودة تماماً من الشرنقة ، التي تغفل مكونة محفظة . تترك هذه المحفظة في أرض رطبة . تتكون الديدان الصغيرة مباشرة خلال عدة أسابيع .



شكل ٢٠ - ٧ : دودة الأرض . التزاوج والشرقة . (أ) تزاوج دودتين أرضيتين (× = العقلة ١٠) .
 (ب) إفراز الأنبوبة المخاطية والشرقة . (ج) الأنبوبة المخاطية والشرقة تنزلقان للأمام . (د) أنبوبة سائلة تحتوي على
 شرقة . (هـ) شرقة . (أ ، عن جروف ، ١٩٢٥ ؛ ب - د ، عن فوت وستروبل ، ١٩٠٢)

٢٠ - ١١ العلاقات بالإنسان

تُستعمل ديدان الأرض كطعم لصيد الأسماك ، وهناك مزارع تجارية لتربية ديدان الأرض لهذا الغرض . وفي المروج وملعب الجولف الخضراء يكون طرح الدودة مصدراً للإرعايج ، لذلك تستخدم السموم في القضاء عليها .

وفي الطبيعة ، يكون للتأثيرات طويلة الأمد لديدان الأرض أهمية خاصة . وفي العديد من أنواع التربة ، يوجد بالأكبر (أقل من فدان) الواحد آلاف من ديدان الأرض ، وعمليات الحفر التي تقوم بها هذه الديدان معظم السنة تقلب الطبقة السطحية للتربة . وطبقاً لما ذكره تشارلز داروين ، فإنه في الأماكن الملائمة يمكن لديدان الأرض أن ترفع إلى السطح ١٨ طنّاً من التربة لكل أكر في العام الواحد ، ويمكن أيضاً أن تغطي طبقة رماد أو حصي تماماً بطرح الدودة خلال بضعة سنوات . وفي

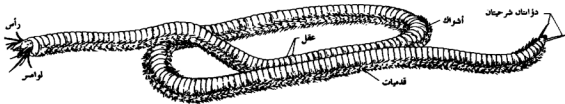
الحالات القصوى ، قد تتسبب الجحور في تسرب المياه من قنوات الري أو تزيد من تفتت التربة في الأراضي المنحدرة ، ولكن بصفة عامة ، تساعد الديدان في الزراعة ، وذلك بأن تعمل على قلب سطح التربة وتخلل الهواء والماء فيها . ومما لا شك فيه ، أن عمق الطبقة السطحية للتربة الصالحة للزراعة في المناطق الأقل خصوبة يزداد تدريجياً بتأثير ديدان الأرض . وهناك اعتقاد سائد ، إنه إذا زودت التربة في الحدائق والبساتين بديدان إضافية ، فإن ذلك يؤدي إلى تزايد سريع في خصوبة التربة ، ولكن هذا الاعتقاد خاطيء .

٢٠ - ١٢ قليلات أشواك أخرى

تضم هذه الطائفة ما يزيد على ٢٤٠٠ نوع ، وهي تعيش في شواطئ البحيرات الرطبة ، المياه العذبة والملوثة ، أو في قاع البحيرات العميقة ، والقليل منها يعيش على شواطئ البحار أو في المياه المالحة الضحلة . يقطن البعض في الجبال المرتفعة أو في المناطق الجليدية بالقطب الشمالي . العديد من قليلات الأشواك تكون غذاءً للطيور والخلد والأسماك وبعض اللافقاريات . ديدان الأرض تعتبر عوائل متوسطة لعدد قليل من طفيليات الدواجن المنزلية والخنزير .

طائفة عديدات الأشواك (ديدان بحرية)

عديدات الأشواك حيوانات شائعة في البيئة البحرية ، البعض منها حر المعيشة والبعض الآخر يعيش في أنابيب في الرمل أو في الطين . دودة المحار (نيانثي ، فيرنسي ، شكل ٢٠ - ٨) تعتبر مثلاً شائعاً لعديدات الأشواك حرة المعيشة . شكل ٢٠ - ٩ هو صورة لدودة من عديدات الأشواك تعيش في أنبوبة .



شكل ٢٠ - ٨ : دودة المحار ، نيانثي فيرنسي (طائفة عديدات الأشواك) . الصفات الخارجية .

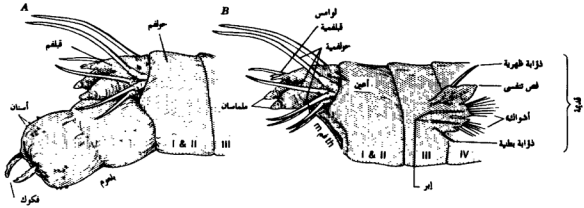
٢٠ - ١٣ التركيب والتاريخ الطبيعي

الجسم طويل رفيع مائل إلى الإخضرار ، مكون من عقل متشابهة عديدة ، وهو مستدير لأعلى ومفلطح بطنياً . وبعكس دودة الأرض ، يوجد لهذه الدودة رأس مميز يحمل لوامس رخوة ، وزوجين من الأعين ، وفماً (شكل ٢٠ - ١٠) به فكوك . يوجد على كل جانب من جانبي العقلة قديمة ذات فصين ، تحمل حزمة من الأشواك .

يُغطى الجسم بجليد متين فوق البشرة ؛ يلي البشرة للداخل طبقة رقيقة من العضلات الدائرية ثم أربع حزم من العضلات الطولية (شكل ٢٠ - ١١) . يُبطن تجويف الجسم أو السيلوم بالبريتون ، وهو مقسم إلى حجرات بواسطة حواجز عرضية . القناة الهضمية تشمل الفم ، البلعوم ، المريء والمعدة - الأمعاء ، لا توجد حوصلة أو قنصة المنطقة البلعومية يمكنها البروز خارج الفم

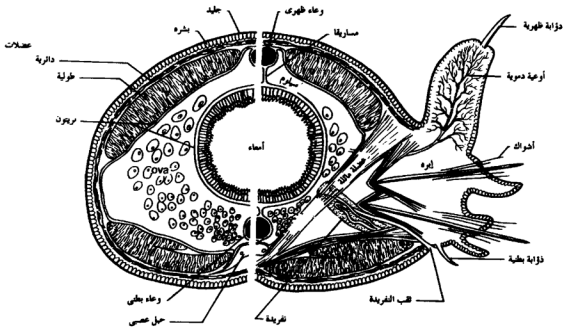


شكل ٢٠ - ٩ : دودة حلقة قاطنة أنابيب بحرية (سابلد) منزوعة من مسكها ، ذات لوامس ريشية (خياشيم) على الطرف الأمامي .



شكل ٢٠ - ١٠ : دودة اخار ، نياش . منطقة الرأس من الجانب الأيسر .
(أ) البلعوم متحد ، (ب) البلعوم مرتد .

كحطروم . الجهاز الدوري مقفل ويتضمن وعاءين ظهرياً وبطنياً بوصلات وتفرعات لجميع أجزاء الجسم ، لا توجد قلوب ، تحتوى بلازما الدم على هيموجلوبين ، ويُدفع الدم خلال الجسم بواسطة إنقباضات الوعاء الظهرى . يتم التنفس عن طريق الشعيرات التى تنتشر فى القديمت وجدار الجسم ،



شكل ٢٠ - ١١ : دودة اخار (نياش) . قطاع عرضى تخطيطى . النصف الأيسر به بعض سائب فى السلوم ؛ النصف الأيمن به قديمة .

أما الإخراج فيتم بواسطة أزواج عديدة من النفريديات . الجهاز العصبي يشمل « مخاً » ، أعصاباً للرأس واللامس ، وصلات للحبل العصبي البطني الوسطى ، وعقدًا وأعصاباً في كل عقلة .

الجنسان منفصلان ، وتوجد المناسل أثناء فصل التزاوج فقط . يتكون البيض والحيوانات المنوية على اليربتون ، وعندما يتم النضج تنطلق للخارج عن طريق النفريديات أو بإختراق جدار الجسم . يتم التلقيح في ماء البحر ، وتتكون يرقة مهدبة دقيقة تتحول فيما بعد إلى دودة صغيرة .

تعيش أنواع قليلة من عديدات الأشواك في الماء العذب ، ولكن الغالبية العظمى حيوانات بحرية ، وهى تنتشر من مناطق المد والجزر إلى الأعماق البعيدة . تتباين هذه الديدان في معيشتها ، قد تزحف على القاع ، أو تسبح حرة في عرض البحر ، أو تعيش بين الصخور أو النباتات أو في جحور ، أو تقطن داخل أنابيب دائمة . عديدات الأشواك التى تسبح حرة في الماء تكون غالباً آكلة لحوم ، بعض الأنواع الحفارة تتغذى على النفايات العضوية بالقاع ، أما قاطنات الأنابيب فإنها تتغذى أساساً على البلاكتون .

قاطنات الأنابيب تبنى لنفسها أنواعاً مختلفة من المساكن . البعض يستخدم حبات الرمل أو قطعاً صدفية في بناء الجدران ثم يلبسها بمادة مخاطية ، البعض الآخر يفرز أنابيب جيرية ملتصقة بالصخور . الكيتيتيريس تصنع لنفسها أنبوبة شبيهة بالرق لها شكل U في القاع الطيني أو الرمل ؛ وجسم الدودة له قديمات تخصصية تعمل كمراوح لسحب الماء المحمل بالغذاء والإكسجين للداخل . دودة البالولو (إيونيس) تبنى جحورها في الشعاب المرجانية . في وقت التزاوج ، يترك الذكر والإنثى جحورهما ويسبحان ليلاً ، تنفصل عقل الجسم الخلفية المحملة بالبيض أو بالحيوانات المنوية ، وتنطلق منها الجاميتات .

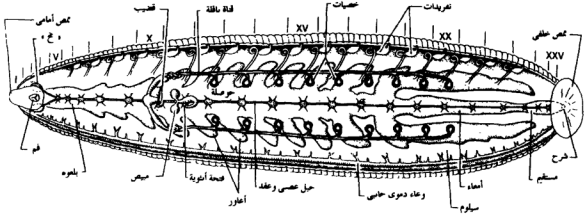
طائفة العلقيات Class Hirudinea

(الديدان العلقية)

الديدان العلقية مألوفة لمعظم الدارسين لأن التاريخ يروى فائدتها الطبية في عمليات القصد (سحب الدم) منذ زمن بعيد في الولايات المتحدة وفي القرن التاسع عشر في أوروبا .

٢٠ - ١٤ التركيب .

جسم العلق رفيع أثناء الراحة أو ييضأى ومفلطح ظهراً لبطن (شكل ٢٠ - ١٢) ، ويتضمن ٣٤ عقلة (٧ أو ٨ عقد مندمجة معا مكونة ممصاً خلفياً) ، ولكن كثيراً من الشقوق تميز السطح الخارجى . يوجد مصاص أمامى وخلفى ، ولكن لا توجد أشواك على الجسم المغطى بجليد . الجهاز



شكل ٢٠ - ١٢ : العلق الطلى ، هيرودو ميديسينالس (طائفة العلقيات) . التركيب الداخلى كما يظهر في الشريح من السطح البطنى

العضلى قوى وفعال وهو يعطى الحيوان مرونة كبيرة ، كما يسمح له بالإنبساط والإنقباض والإنتعاش .

الجهاز الهضمى يتضمن (١) الفم ويحيط به المصص الأمامى ؛ (٢) بلعوم ؛ (٣) مرى ؛ (٤) حوصلة لها جيوب جانبية مزدوجة (أعاور) ؛ (٥) أمعاء رفيعة ؛ (٦) مستقيم قصير ؛ و (٧) الشرج ويفتح قبل المصص الخلفى .

الجهاز الدورى مقفل ، يسرى الدم بفعل الأوعية الدموية النابضة ، الشعيرات التى توجد أسفل الجلد تعمل كأعضاء تنفسية . يتم الإخراج بواسطة نفريديات مزدوجة وهى أقل عدداً عما فى دودة الأرض ، كما أنها تختلف فى التركيب . تحويف الجسم ضامراً جداً ويحتوى على مناسل دائمة ، زوج من المبايض ، وخصيات عديدة . الجنسان ممتثلان فى كل فرد ، ويوجد عضو جماع ومهيل أيضاً فى التفنحات التناسلية البطنية الوسطية . العلق له تراكيب حسية أكثر مما فى الحلقيات الأخرى .

٢٠ - ١٥ تاريخ طبيعى

تعيش العلقيات أساساً فى المياه العذبة أو فى التربة الرطبة ، ومنها أنواع قليلة بحرية . البعض قمام والبعض الآخر مفترس . وهناك أنواع تغذى على دم الفقاريات ، من الأسماك إلى الإنسان ، وهى أكثرها أهمية وشيوعاً . هذه العلقيات تثبت نفسها بواسطة المصصات وتنقب جلد العائل . يفرز العلق إنزيماً لعائياً يمنع تحلل دم العائل ، ويمكن للعلق أن يمتص أضعاف وزنة من دم العائل . يخزن الغذاء فى الحوصلة القابلة للتمدد ، ثم يهضم ببطء وتستمر عملية الهضم لفترة طويلة تصل إلى عدة شهور .

يتم التكاثر بالجماع والتلقيح المتبادل ، أو بوضع محفظة منوية على سطح الجسم الخارجي من علق
لآخر . معظم الأنواع تنتج شرايق تحتوي على بيض ملقح ، وتضعها بعد ذلك في الماء أو في الأرض حتى
يفقس البيض وتخرج الصغار ؛ لا يوجد طور يرقي .

توجد العلقيات بكثرة في بعض المناطق ، وتعتبر خطراً على الحيوانات الفقارية والإنسان .

مراجعة

- ١ - ما هي الصفات التركيبية الجديدة التي تظهر لأول مرة في الديدان الحلقية ؟
- ٢ - ما هي الصفات التركيبية المميزة التي توجد في الديدان المخارية ولا توجد في ديدان الأرض ؟
- ٣ - كيف تتغذى دودة الأرض ؟ وماذا تأكل ؟ ما هي التحويلات التركيبية التي تتلهم مع هذا النوع من الغذاء ؟
- ٤ - ما هي أوجه الاختلاف بين الأجزاء الرئيسية للجهاز العصبي لكل من دودة الأرض والضفدع ؟
- ٥ - هل ديدان الأرض مفيدة أم ضارة ؟ أذكر الأسباب .
- ٦ - كيف يتم التلقيح في ديدان الأرض ؟
- ٧ - العديد من الديدان البحرية تنبئ لنفسها أنابيب تعيش فيها . أذكر بعض مزايا طريقة المعيشة هذه .
- ٨ - أذكر أوجه الاختلاف من الناحية التركيبية بين العلقيات وديدان الأرض . ما هو الغذاء الشائع للعلقيات ؟ ما هي التحويلات التركيبية والوظيفية التي توجد بالعلقيات حتى تستخدم مثل هذا الغذاء ؟

الفصل الحادى والعشرون

الحوانات مفصلية القدم

تضم شعبة مفصليات القدم أكثر من ٩٠ في المائة من الأنواع الحيوانية المعروفة ، أو ما يقرب من ٩٥٠,٠٠٠ نوع . وهي تشمل السرطانات والشرميات والأطومات وقشريات أخرى (طائفة القشريات) ؛ الحشرات (طائفة الحشرات ؛ فصل ٢٢) ؛ العناكب والعقارب والقراد ، إلخ (طائفة العنكبيات) ؛ دوات المائة رجل (تحت طائفة الكيلوبودا) ؛ ذوات الألف رجل (تحت طائفة الدبلوبودا) ؛ بالإضافة إلى بعض الأنواع الأخرى الأقل شيوعاً والحفرية .

الجسم معقل خارجيا بلدرجات متفاوتة ، والأطراف مفصلية ؛ وكلاهما يتباينان من حيث الشكل والوظيفة بين مختلف أنواع مفصليات القدم ، بحيث يتفقان مع طرق المعيشة (شكل ٢١ - ١ ، وجدول ٢١ - ١) . تغطي جميع الأسطح الخارجية ببيكل خارجى عضوى . الجهاز العصبي ، الأعين ، وأعضاء الحس الأخرى تكون عادة جيدة التكوين ، ولها القدرة على الاستجابة السريعة للمؤثرات . مفصليات القدم هي الشعبة اللافقارية الوحيدة التى تضم أنواعاً عديدة لها القدرة على المعيشة على الأرض بعيداً عن البيئة الرطبة ؛ والحشرات هي اللافقاريات الوحيدة التى يمكنها الطيران .

الأنواع المختلفة من مفصليات القدم تعيش في مختلف البيئات ، وبعض الأنواع توجد بأعداد هائلة . القليل من الأنواع توجد على أعماق بعيدة في البحار تصل إلى ٣٥,٠٠٠ قدم (١٠,٦٠٠ متر) ، والبعض يوجد على ارتفاع ٢٠,٠٠٠ قدم (٦,١٠٠ متر) في المناطق الجبلية . تعيش مفصليات القدم في الهواء والأرض ، والترية ، والمياه العذبة والملحة ونصف الملحة . بعضها طفيلية على النباتات والبعض الآخر يعيش على حيوانات عديدة أو بداخلها . العديد يعيش في جماعات ؛ النمل الأبيض ، النحل ، الدبابير والنمل وغيرها لها حياة إجتماعية منظمة ويتم توزيع العمل بين الأفراد .

السرطانات ، جراد البحر والشرميات تستخدم غذاء للإنسان ، والقشريات الصغيرة تكون الأساس في السلاسل الغذائية المائية ، والحشرات والعناكب تتغذى عليها فقاريات أرضية . تعتبر الحشرات هي المنافس الرئيسى للإنسان في المحاصيل ، الأغذية المخزونة ، الملابس وغيرها من

المستلزمات ، على الرغم من أن بعض الأنواع نافعة للإنسان . بعض الحشرات والقراد والحلم تنقل الأمراض للإنسان وحيواناته المستأنسة ومحاصيله الزراعية .

يحول الهيكل الخارجى دون زيادة حجم مفصليات القدم ، يمتد السرطان اليابانى إلى ١٢ قدماً (٣,٦ متراً) بأقدامه الرفيعة ، جراد البحر الأتلانتى يصل طوله إلى ٢٤ بوصة (٦٠ سم) ، لكن لا توجد حشرة حية يتعدى طولها ١١ بوصة (٢٨ سم) . أصغر مفصليات القدم حجماً يقل طوله عن ١ مم .

٢١ - ١ الخصائص

١ - التماثل جانبى ؛ الجسم مقسم إلى قطع بدنية أو عقل تتجمع فى رأس وصدر وبطن (متميزة أو مندمجة) .

٢ - يوجد زوج واحد من الأطراف فى كل عقلة (أو لا يوجد) ، يتركب كل طرف من قطع مفصلية ركازية (١) عديدة أو قليلة وعضلات متضادة : الأطراف بصفة عامة متخصصة ، وأحياناً تكون ضامرة ، ونادراً ما تكون غائبة .

٣ - الهيكل الخارجى يحتوى على كيتين وغالباً ما يكون صلباً ويسلخ على فترات .

٤ - العضلات عديدة ومتبانية ، مكونة من ألياف مخططة ، وهى سريعة الحركة .

٥ - القناة الهضمية كاملة ، أجزاء الفم لها فكوك ما ضغطة أو من النوع الماص ، الشرج فى نهاية الجسم .

٦ - الجهاز الدورى مفتوح (مُحفر) ؛ القلب ظهري متصل بشرايين ، لا توجد أوردة ؛ السيلوم مختزل .

٧ - التنفس متنوع ، بالخياشيم ، القصبات (قنوات هوائية) ، الرئات الكتانية أو سطح الجسم .

٨ - الإخراج بالغدد الحرقية أو الخضراء أو بأنابيب مليجي على المعى وعددها ٢ أو أكثر .

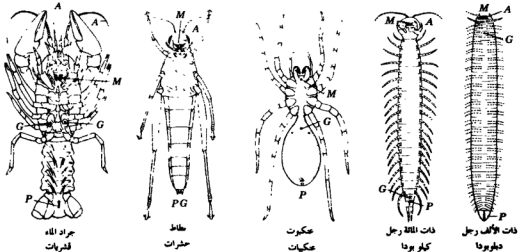
٩ - الجهاز العصبى يتركب من مخ أمامى (عقد عصبية) متصل بخيال عصبية بطبية مزدوجة لها أعصاب فى كل عقلة جسمية أو عقدة مركزة فى الأمام ؛ توجد أعضاء حس للإبصار ، اللمس ، التذوق والشم .

١٠ - الجنسان منفصلان عادة ؛ وغالباً غير متشابهين ، التلقيح غالباً داخلى ؛ البيض مزود بمع ؛ يوجد طور يرق (حورية) واحد أو أكثر ؛ التكاثر البكرى يوجد فى بعض القشريات والحشرات .

(١) للوضوح ، أقسام أو عقل الأطراف يطلق عليها اسم ؛ قطع مفصلية ، ثلاثية القطع المفصلية .. إلخ

جدول ٢١ - ١ : شعبة مفصليات القدم ، الخصائص العامة للمجموعات الرئيسية

القشريات	الحشرات	العكبيات	كيلوبودا	دبلوبودا
أقسام الجسم	عادة رأس صدر رأس ، صلب و بطن	عناكب إغ رأس صلب و بطن	دوات المائة رجل رأس و جسم طويل	دوات الألف رجل رأس ، صدر قصير ، بطن طويل
قرون الاستشعار أجزاء القم	زوجان فكوك أمامية ، فكوك خلفية	زوج واحد فكوك أمامية ، فركوك خلفية	زوج واحد فكوك أمامية ، فكوك خلفية	زوج واحد فكوك أمامية ، فكوك خلفية
الأرجل	زوج واحد لكل عطفة ، أو أقل (- أحضة)	زوج واحد لكل عطفة	زوج واحد لكل عطفة	زوج واحد لكل عطفة
التنفس بواسطة	الحياشيم أو سطح الجسم	قصبات	قصبات	قصبات
الفتحات الجنسية	٢ ، الجزء الخلفي للصدر	١ ، هاية البطن	١ ، العطفة الثانية للبطن	١ ، هاية البطن
التكوين	ير بأطوار يرقة عادة	ير بأطوار يرقة عادة	ير بأطوار يرقة عادة	ير بأطوار يرقة عادة
البيئة الرئيسية	المياه العذبة أو الملحة ، القليل على الأرض	معظمها أرضية	معظمها أرضية	جميعها أرضية



شكل ٢١ - ١ : شعبة مفصليات القدم . أمثلة للمجموعات الخمس الرئيسية ، منظر بطى ، بين أقسام الجسم ، العقل ، الأطراف بأجزائها ، وضعان الجسم . (أ) ، قرون الإستشعار ؛ ف ، القم ؛ ش ، الشرج ؛ ج ، الفتحة الجنسية .

٢١ - ٢ التصنيف

نظراً لوجود أعداد كبيرة من مفصليات القدم ، فإنه من الأنسب أن نحدد أولاً الأقسام التصنيفية الكبيرة ، حتى يكون هناك إطار عام ترتب فيه الأنواع المختلفة . تصنف الشعبة إلى ثلاث تحت شعب رئيسية ، التريلوبيتا ، ذوات القرون الكلاسية ، وذوات الفكوك . التريلوبيتا جميعها منقرضة ، ولكن من المحتمل أنها كانت تمثل مفصليات القدم الأكثر بدائية ، لا يوجد بها أطراف رأسية متخصصة . تتباين ذوات القرون الكلاسية عن ذوات الفكوك في إتجاهين أوليين : ذوات القرون الكلاسية لا يوجد بها قرون إستشعار وأطرافها الأولى بمقدمة الجسم تكون قرونا كلاسية شبيهة بالملقاط . ذوات الفكوك جميعها لها قرون إستشعار وهى الأطراف الأولى بمقدم الجسم . تضم ذوات القرون الكلاسية طائفتين صغيرتين من الكائنات البحرية ، بيكنوجونيدا وميروسنوماتا ، ولكن غالبية ذوات القرون الكلاسية تتبع طائفة العنكبيات (العناكب ، القراد والحلم) . تعتبر ذوات الفكوك أكبر تحت شعبة وتتبعها طائفتان رئيسيتان : القشريات والحشرات . تتميز القشريات عن الحشرات بوجود زوجين من قرون الاستشعار على الرأس . للحشرات زوج واحد فقط . طائفة الميرابودا تتميز بوجود زوج واحد أو زوجين من الأرجل في كل عقلة من عقل الجسم .

٢١ - ٣ الجليد والكتين

تغطي مفصليات القدم بهيكل خارجي متضمننا جليداً ، وبه ثقبوب وألياف ، وتفرزه البشرة . ومن أهم مكونات الجليد ، الكتين ، وهو مادة عضوية مركبة ، لا تذوب في الماء ، القلويات ، الأحماض المخففة أو العصارات الهاضمة للعديد من الحيوانات . يغطي الجليد جميع الأجزاء الخارجية ، كما يطن الملى الأمامى والملى الخلفى ، التراكيب التنفسية ، وقنوات الغدد السطحية . في الأنابيب القصية والخيائشيم ، يكون الجليد رقيقاً جداً حتى يسمح بتبادل الغازات . الجليد قد يكون رخواً ومرناً على الجسم والأطراف (يرققات عديدة) أو سميكاً وصلباً (الخنافس وغيرها) ، وقد تزداد صلابته بترسب مواد جيوية (العديد من القشريات وذوات الألف رجل) . يكون الجليد مرناً عند المفاصل ليسمح بالحركة . وبصفة عامة ، فإن الهيكل الخارجى يحمى الأعضاء الداخلية ، كما تتصل به العضلات ، ويكون أيضاً ركائز ودوافع للأجزاء المتحركة . في الأنواع الأرضية ، يعمل الهيكل الخارجى على الحد من فقد الماء وسوائل الجسم . الهيكل الخارجى درع صلب ، لذلك لا بد أن يحدث إنسلاخ دورى حتى يمكن للحيوان مفصلى القدم أن يزداد في الحجم . يحدث الانسلاخ عدة مرات أثناء حياة الحيوان ؛ ينمو غطاء جديد ، أما الغطاء القديم فإنه ينشق وينسلخ منه الحيوان ، يزداد حجم الحيوان قليلاً ، ثم يتصلب الهيكل الخارجى الجديد .

طائفة القشريات

تضم القشريات الشرمبات ، السرطانات ، جراد الماء ، اللوبستر ، الأطومات ، وذوات القرى .

معظم الأنواع بحرية ، ولكن البعض يعيش في المياه العذبة ، والبعض الآخر كبق الحنزير يقطن الأماكن الرطبة على الأرض . معظم القشريات حرة المعيشة وإنفرادية ، القليل منها يعيش في جماعات تكونه أسراباً ضخمة . توجد أيضاً بعض الأنواع التي تعيش معيشة تكافلية أو متطفلة .

٢١ - ٤ الخصائص

١ - الرأس مكون من ٥ عقل مندجة ، يحمل زوجين من قرون الاستشعار ، زوجا من الفكوك الأمامية ، وزوجين من الفكوك الخلفية ؛ الصدر مميز أو ملتحم بشكل متباين ؛ العقل البطنية مميزة عادة ، تنتهي بنزول ؛ يوجد غالبا درع (درقة) يغطي الرأس وجزءاً من الصدر ؛ الأطراف متنوعة التحوير .

٢ - التنفس عادة بالخياشيم .

٣ - الإخراج يتم بواسطة زوج أو زوجين من الغدد الخضراء ؛ لا توجد أنابيب مليمي

٤ - الجنسان منفصلان عادة ؛ الفتحات الجنسية غالبا مزدوجة ؛ الأنثى تحمل البيض غالباً ؛ أنواع قليلة تتكاثر بكربياً .

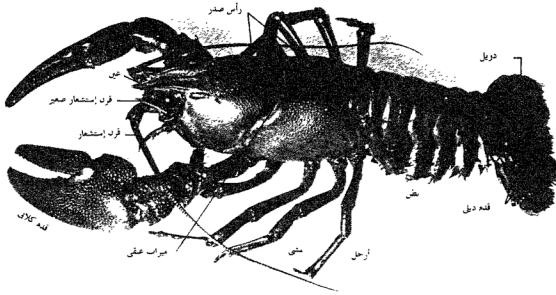
جراد الماء (كامبروس ، أستاكوس ؛ شكل ٢١ - ٢) تعتبر أمثلة جيدة للقشريات . هذه الحيوانات شائعة في المجارى المائية العذبة والبحيرات ، البعض يصل طوله إلى ٦ بوصات (١٥,٢) . لوبستر الأتلانتى (هوماروس) يعد أكبر حجماً بكثير ولكنه يتشابه في التركيب .

٢١ - ٥ الصفات الخارجية

يتركب جسم جراد الماء من جزئين رئيسيين ، رأس صدر أمامى صلب (رأس + صدر) وبطن مفصل ؛ الجسم مغطى بهيكل خارجى يحتوى على كيتين ، وهو رقيق ورخو عند المفصلات ليمسح بالحركة ، وصلب في المناطق الأخرى ، يتركب الجسم كله من عقل (الرأس) ، ٥ ؛ الصدر ، ٨ ؛ البطن ، ٦) ، لكل منها زوج من الأطراف البطنية . عقل الرأس صدر تغطى بدرع كامل أو درقة على الأسطح الظهرية والجانبية ، ويتميز به ميزاب عنقى عرضى يحدد منطقتى الرأس والصدر . يحمل الطرف الأمامى للجسم بوراً مديباً وسطياً ، وعلى جانبيه توجد عينان كل منهما محمولة على ساق . القم بطنى ، يحاط بأجزاء فم خاصة ، الشرج يفتح على الجهة البطنية في الذويل الوسطى العريض عند نهاية البطن . الخياشيم تقع على جانبي الصدر تحت الدرق . الفتحات الجنسية مزدوجة ، الفتحات الأنثوية عند قاعدة الزوج الثالث من أرجل المشى ، الفتحات الذكورية عند الزوج الخامس .

٢١ - ٦ الأطراف المزودة (شكل ٢١ - ٢ ، ٢١ - ٣) .

يوجد على الجهة البطنية لكل عقلة زوج من الأطراف المفصليّة ، لها مفاصل متحركة في مستويات متنوعة تسمح بحرية الحركة . يحتوى كل طرف ، داخل الهيكل الخارجى ، على عضلات متضادة تعمل على ثنى وبسط الأجزاء المختلفة .



شكل ٢١ - ٢ : جراد الماء (طائفة القشريات) . الصفات الخارجية

الأزواج الأولى والثانية من الأطراف (قرنا إستشعار صغيران وقرنا إستشعار طويلان) هي تراكيب حسية متحركة ؛ الأزواج الثالثة حتى الثامنة (فكوك أمامية ، فكوك خلفية ، وأقدام فككية) تكوّن أجزاء الفم ، وتستخدم في الإمساك بالغذاء وتقطيعه ، الزوج التاسع كبير ويعتبر من أرجل المشى وينتهى بكلاية قوية ، ويستخدم في الدفاع والهجوم ؛ أما أرجل المشى الحقيقية ، فهي الأزواج العاشرة حتى الثالثة عشرة وهي تساعد في المشى واقتناص الغذاء وتنظيف الجسم ؛ الأزواج من الرابعة عشر إلى الثامنة عشر تكوّن أرجل العمود البطنية وهي تساعد في التنفس ، وفي الأنثى تقوم بحمل البيض ؛ الزوجان الرابع عشر والخامس عشر في الذكر تستخدم في نقل الحيوانات المنوية ؛ الزوج الأخير على العقلة التاسعة عشر عريض ويعرف بالأقدام الذيلية ، وهي مع الذويل تستخدم في السباحة للمخلف . الأطراف متنوعة التحور عن نوع أساساً ثنائى التفرع .

٢١ - ٧ الجهاز الهضمي (شكل ٢١ - ٤) .

يشمل هذا الجهاز (١) الفم ؛ (٢) مريئاً قصيراً ؛ (٣) معدة كبيرة مكونة من حجرتين ؛ (٤) معى متوسطاً قصيراً يتصل (٥) بأمعاء أنبوبية ضيقة تمتد ظهرياً في البطن ، (٦) شرجاً . يوجد أسفل المعدة (٧) غدتين هضميتين « بنكرياس كبدى » تتصلان بالمعى المتوسط . يستخدم الحيوان الزوجين الثانى والثالث من أقدام المشى فى الإمساك بالغذاء ودفعه إلى الفم ، حيث يتم تمزيقه وتفكيته بواسطة الفكين الأماميين . تحتوى المعدة على أسنان كلسية مكوّنة طاحونة معدية تقوم بطحن الغذاء ، ويوجد خلف الطاحونة مصفاة شعرية الشكل لا تسمح إلا للدقائق الصغيرة بالمرور إلى الجزء البوابى أو الخلفى للمعدة . يهضم الطعام بواسطة إنزيمات من الكبد ، ثم يمتص فى المعى المتوسط ؛ الأجزاء غير المهضومة تطرد للخارج كبراز عن طريق الشرج .

٢١ - ٨ الجهاز الدورى (شكل ٢١ - ٤ ، ٢١ - ٥) .

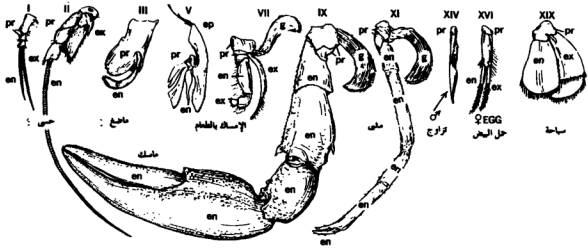
يقع القلب فى وسط الجزء الظهري للصدر ، وهو معلق فى كيس كبير (الجيب التامورى) يجمع الدم من التجاويف المفتوحة بالجسم . عندما ينقبض القلب يندفع الدم فى الشرايين إلى أجزاء الجسم المختلفة ، وهذه الشرايين مزودة بصمامات تمنع الدم من الرجوع للخلف . يتسرب الدم بين الأعضاء الداخلية ، يتجمع بعد ذلك فى جيوب تتصل بالخياشيم ، وهناك يحدث تبادل الأوكسجين وثانى أكسيد الكربون ، ثم يعود الدم إلى الجيب التامورى من التجاويف بين الأنسجة . هذا الجهاز مفتوح وبدون أوردة وتتميز به مفصليات القدم ، بعكس الأجهزة المقفلة فى الحلقيات والفقاريات .

٢١ - ٩ الجهاز التنفسى (شكل ٢١ - ٥)

توجد على جانبي الصدر أسفل الدقة ، غرف خيشومية تفتح على الجهة البطنية . تحتوى الغرف الخيشومية على طبقات من خياشيم ريشية الشكل رقيقة ، يمر عليها تيار من الماء يحمل بالأوكسجين ، يُدفع تيار الماء بصفة مستمرة بفعل الأطراف البطنية المزودة . تحتوى بلازما الدم على صبغ أزرق خفيف ، الهيموسيانين ، يساعد فى نقل الأوكسجين ، وهو بذلك يشبه الهيموجلوبين الأحمر للفقاريات .

٢١ - ١٠ الجهاز الإخراجى

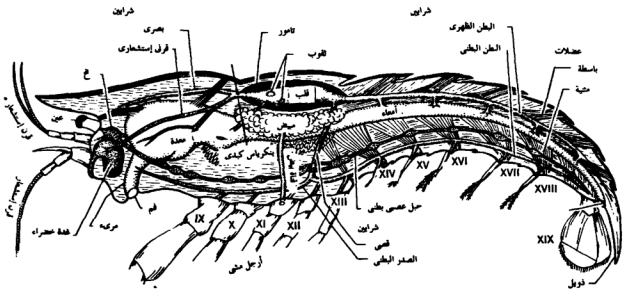
يتكون من زوج من الغدد الخضراء الكبيرة فى منطقة الرأس ، تقوم هاتان الغدتان بإزالة الفضلات العضوية من الدم وسوائل الجسم . تتصل بكل غدة قناة تفتح عند القاعدة البطنية لقرن استشعار . تتجاويف الغدد الإخراجية والأعضاء الجنسية هى كل ما تبقى من تجويف الجسم (السيلوم) الموجود فى الحلقيات وكذلك فى الفقاريات .



شكل ٢١ - ٣ : أمثلة لأطراف جراد الماء (الجانب الأيمن ، منظر بطني) تبين التنوع في التركيب لأداء وظائف مختلفة ، جر ، جذع الرجل ، ش أ ، شعة أنسية ؛ ش و ، شعة وحشية ؛ ش ع ، شعة علوية ؛ خ ، خيشوم .

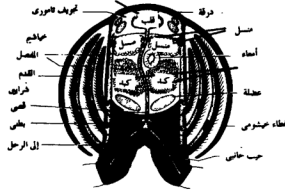
٢١ - ١١ . الجهاز العصبي وأعضاء الحس (شكل ٢١ - ٤)

لجراد الماء جهاز عصبي يشبه ذلك الذي في دودة الأرض ، ولكنه أكبر . المخ (عقد فوقمقرية)



شكل ٢١ - ٤ : جراد الماء ، التركيب الداخلي لأثنى ٩ : ٩ ، ٩٠ : ٩٠ ، ٩١ : ٩١ ، ٩٢ : ٩٢ ، ٩٣ : ٩٣ ، ٩٤ : ٩٤ ، ٩٥ : ٩٥ ، ٩٦ : ٩٦ ، ٩٧ : ٩٧ ، ٩٨ : ٩٨ ، ٩٩ : ٩٩ ، ١٠٠ : ١٠٠ ، ١٠١ : ١٠١ ، ١٠٢ : ١٠٢ ، ١٠٣ : ١٠٣ ، ١٠٤ : ١٠٤ ، ١٠٥ : ١٠٥ ، ١٠٦ : ١٠٦ ، ١٠٧ : ١٠٧ ، ١٠٨ : ١٠٨ ، ١٠٩ : ١٠٩ ، ١١٠ : ١١٠ ، ١١١ : ١١١ ، ١١٢ : ١١٢ ، ١١٣ : ١١٣ ، ١١٤ : ١١٤ ، ١١٥ : ١١٥ ، ١١٦ : ١١٦ ، ١١٧ : ١١٧ ، ١١٨ : ١١٨ ، ١١٩ : ١١٩ ، ١٢٠ : ١٢٠ .

يقع في الجهة الظهرية للرأس ، وتمتد منه أعصاب لأعضاء الحس الأمامية ، وزوج من الوصلات حول المريء التي تؤدي إلى حبل عصبي بطنى مزدوج . يوجد بالحبل العصبي عقد في العقول ٨ إلى ١٩ ، تمتد منها أعصاب مزدوجة إلى الأطراف والأعضاء الداخلية والمضلات .



شكل ٢١ - ٥ : جراد الماء ؛ قطاع عرضي في الجسم في منطقة القلب ؛ تين الأسهم مسار الدم ؛ التظليل الداكن ، دم غير مؤكسج ؛ التظليل الفاتح ، دم مؤكسج . الحياشيم مغطاه بغشاء (الغشاء الخيشومي) على الجانبين .

مفصليات القدم ، بما فيها القشريات ، لها أعضاء حس متنوعة تُمكن الحيوانات من إختيار بيتها بصفة مستمرة ، ومن البحث عن الغذاء ، والمأوى ، أو القرين ، ومن تجنب الظروف غير الملائمة والحيوانات المفترسة . يوجد في جراد الماء (١) شعيرات لمسية منتشرة في معظم الجسم وهى حساسة لللمس ؛ (٢) قرون إستشعار صغيرة ، قرون إستشعار طويلة ، وأجزاء فم وجميعها تستقبل المؤثرات الكيميائية (التذوق والشم) ؛ (٣) حويصلة توازن تقوم بحفظ التوازن وتقع أسفل قاعدة كل قرن إستشعار صغير ، وتسجل الحويصلة التغيرات في وضع الجسم ، وبذلك يدرك الحيوان متى وكيف يعود إلى وضعه الصحيح ؛ (٤) أعين مركبة معقدة التركيب تستقبل الصور التي تُنقل إلى المخ عن طريق الأعصاب البصرية (شكل ٢١ - ٦) .

توجد غدة جيبية على ساق العين في القشريات ، تفرز هرموناً يسيطر على تحور اللون في البشرة والأعين المركبة ، وينظم عملية الإنسلاخ ، كما يؤثر على ترسيب الكالسيوم في الهيكل الخارجى ، وهذا الهرمون ضرورى للحياة . ويبدو أن الدم يقوم بتوزيع هذا الهرمون في الجسم .

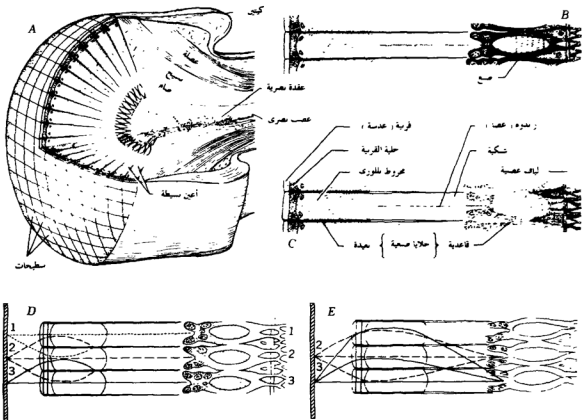
٢١ - ١٢ الجهاز التناسلى

الجنسان منفصلان . يوجد بالذكر خصيتان رخوتان لونهما أبيض ، وهما مندمجتان أسفل القلب . وعلى كل جانب ، توجد قناة ناقله ملتفة رفيعة تمتد بطنياً لتفتح عند قاعدة رجل المشى

الخامسة . الأثنى لها بطن أعرض من الذكر . يتشابه المبيضان مع الخصيتين في الشكل والموقع ، وينقل البيض بواسطة قناة يبيض تفتح عند قاعدة رجل المثى الثالثة .

۲۱ - ۱۳ تاریخ طبیعی

جراد الماء حيوان إنفرادي يقطن القاع ، يحتوى نهراً تحت الأحجار أو في الشقوق أو المحجور ، ويكون جسمه ملامساً للأشياء المحيطة . يواجه الحيوان غنائه بكلاياته الكبيرة ممتدة ، وقرون الإستشعار تتحرك هنا وهناك ، أما أطرافه البطنية (أرجل العم) فإنها تقوم بحركات تنفسية . الأطراف الأخرى تتحرك من وقت لآخر لتستقبل المؤثرات أو لتكتشف الغذاء . يقبض الحيوان على أى غذاء يكون في متناوله ، ويترك أحيانا غنائه ليقتنص غذاء قريباً ثم يعود بعد ذلك إليه . يستخدم جراد الماء كلاياته القوية في صد أى هجوم يقع عليه ، وبصفة عامة يتجنب الخروج من محبته . إذا ما تعرض المحب لخطر التحضيم أو الإزالة ، فإن الحيوان يندفع كالتفديفة إلى غنى جديد . جراد الماء



شكل ٢١ - ٦ : عين مركبة لجراد الماء : تخطيطي . (أ) قطاع في عين كاملة بين التركيب العام (السطيحت سداسية في الخفريات) . (ب) عين بسيطة في الضوء . الصغ محمد . (ج) عين بسيطة في الظلام ، الصغ منكمش . (د) صورة متراكبة مكونة من صور منفصلة على شبكات من نقط ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ مرتبة . (هـ) صورة منطقية . تستعمل كل شبكة أشعة مائلة و مباشرة من أكثر من نقطة . (منقولة جزئيا من إيتر ، كتاب الطالب في الخفريات . أ ب دوتون) .

يمكنه المشي للأمام ، جانبياً ، مائلاً ، أو للخلف ، مستخدماً في ذلك الأزواج الأربعة من أرجل المشي . وللحيوان قدرة على مد البطن والأقدام الذيلية والنويل ، ثم يشبها بعد ذلك بحركة مفاجئة أسفل الجسم ، والمقاومة التي تواجهها هذه الأجزاء العريضة في الماء تمكن الحيوان من السباحة أو الإندفاع للخلف ، والتكرار السريع لهذه الحركة يساعد الحيوان في الهرب من الخطر . ينشط جراد الماء خارج محبته في فصل الربيع وبداية فصل الصيف بحثاً عن الغذاء الوفير ، ولكنه يعود مع برودة الجو إلى جحوره أو محبته الأمانة الأخرى تحت الماء .

يتضمن غذاء جراد الماء يرقات الحشرات الحية ، الديدان ، القشريات ، القواقع الصغيرة ، الأسماك وأبوذنية ، إلى جانب بعض المواد الحيوانية الميتة . الأنواع الحفارة . تتغذى كلية على سيقان وجذور النباتات . يقع جراد الماء فريسة لبعض الأسماك ، السلندرات الكبيرة ، السلاحف المائية ، ثعابين الماء ، الطيور ، وبعض الثدييات المائية ، وذلك إلى جانب الإنسان .

٢١ - ١٤ الانسلاخ

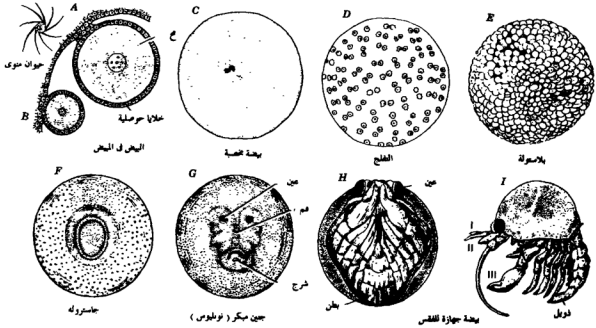
نظراً لصلابة الهيكل الخارجي وإحاطته بالجسم ، فإنه يعوق النمو الطبيعي للحيوان ، لذلك ينسلخ جراد الماء الصغير عدة مرات في السنة ، وكذلك الحيوانات البالغة من حين لآخر . قبل عملية الانسلاخ ، يعاد إمتصاص بعض الأملاح غير العضوية من الهيكل الخارجي ، ثم يتكون جلد لين جديد أسفل القديم ومنفصلاً عنه ، وتكتمش الأعضاء الداخلية قليلاً وتلين . ينشق بعد ذلك الجلد القديم ظهرياً ، ثم ينسحب الحيوان ببطء ، تاركاً غطاءه السابق سليماً . عندما يكون الهيكل الخارجي الجديد ليناً ، يزداد حجم الحيوان ، ومن المحتمل أن هذه الزيادة تنتج عن امتصاص الجسم للماء . يحتاج الحيوان لعدة ساعات أو أيام تجنباً للحيوانات المفترسة ، إلى أن يصبح درعه الجديد قادراً على حمايته .

٢١ - ١٥ التجدد والبرز الذاقى .

جراد الماء ، السرطانات وبعض القشريات الأخرى تتميز بقدرة على عملية التجديد ، وهى عبارة عن تعويض الأجزاء المفقودة ، الأطراف والأعين بصفة أساسية . والقدرة على التجدد ترداد في الأفراد الصغيرة ، ولكنها ، بصفة عامة ، أقل منها في الشعب الأدنى . عندما يفقد أو يُزال جزء ، يظهر جزء جديد مع الانسلاخ التالى ، ويزداد حجمه مع الانسلاخات المتتالية ، إلى أن يستعيد حجمه الطبيعي . للقشريات قدرة أيضاً على البرز الذاقى لقدم كلابية أو رجل من أرجل المشي . فإذا ما تعرضت هذه الأطراف للقطع أو قبض عليها بعنف ، فإن العقل الخمس الأخيرة تُبتر في الحال يُضحي بها للحيوان المقتصر . يتم البرز عند مستوى محد . يتكون حاجز عرضى داخل الرجل ، كما يتجلط الدم بسرعة فيساعد على الحد من فقد ، إلى ذلك مباشرة عملية تجدد .

٢١ - ١٦ التكاثر

عند التزاوج ، يقبض للذكر على إحدى الإناث ويقبلها ، ثم يقبض على أرجلها الخاصة بالمشي بواسطة كلابتيه ، يشي الذكر ذويله بعد ذلك بإحكام على مؤخرة بطن الأنثى ، فيشمل حركتها



شكل ٢١ - ٧ : التكوين في جراد الماء ؛ الأشكال مكبرة بنسب متباينة . (ب) البيض في البيض محاط بخلايا حوصلية ؛ عند الوضع ، يلتصق بأرجل العوم للأنثى . (د ، هـ) الفلج سطحي . (و) الجاسترولة الضحلة تتكون أسفل المخ . (و - ج) مناظر بطنية . (ط) حيوان صغير مزال من البيضة قبل الفقس مباشرة . (أ ، ب من هويس ج . ب . أطلس تشرح الحيوان ، ماكميلان ؛ ج - هـ عن زيندر ، ١٩٣٤ ؛ و - ط ، عن هكسل) .

تماماً . يستخدم الذكر إحدى رجل المشي الخامسة في دفع نهايتي الطرفين البطنيئين المتحورين (رجلي العوم) للعقلة ١٤ إلى المستودعين المتوين للأنثى بين العقليتين الصدريتين ١٢ و ١٣ . تنتقل الحيوانات المنوية بعد ذلك في مادة مخاطية على رجل العوم للذكر ، وتصل إلى المستودعين المتوين للأنثى . ينفصل الذكر عن الأنثى . وفيما بعد ، تنظف الأنثى بطنها وكذلك أطرافها البطنية (رجلي العوم) ، ثم تستلقي في وضع مقلوب وبطنها منتشي بشدة ؛ يخرج من فتاح البيض ٢٠٠ إلى ٤٠٠ بيضة يتم تلقيحها بحيوانات منوية من المستودعين المتوين ، ثم يلتصق البيض برجلي العوم بواسطة إفراز مخاطي . تعلل الأنثى نفسها بعد ذلك وتعود إلى مخبئها ، يكون البيض معلقاً كثرة التوت ، وهم تويته بواسطة حركة رجل العوم . بعد حوالي خمسة أسابيع يفقس البيض ويخرج منه جراد ماء

بعض أنواع القشريات المائية توجد بوفرة لدرجة أنها تضيئ لونا مميزا للمياه التي تعيش فيها ، ونوع بحري واحد قد يكون المصدر الغذائي الرئيسي لأسراب من الأسماك أو الحيتان . وهناك تغورات موسمية في الأنواع والأعداد في المياه المالحة والعذبة ، البعض يسود في الربيع ، البعض الآخر في الصيف ، وهكذا .

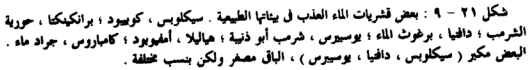
في بعض الأنواع ، تنمو الصغار مباشرة إلى حيوانات بالغة صغيرة . ومع ذلك ، فإن معظم الأنواع البحرية لها أطوار يرقية دقيقة عديدة ، تتباين غالباً عن بعضها البعض ، وأيضاً لا تشبه الحيوانات البالغة إطلاقاً . الأطراف تكون قليلة العدد في الأطوار الصغيرة ، ولكنها تزداد تدريجياً مع الانسلاخات المتتالية . في الأنواع الجالسة ، تعتبر هذه الأطوار اليرقية وسيلة للإنتشار ، إذ يتم إنتشارها بواسطة التيارات المائية .

الأطومات (أشكال ٢١ - ١٠ ، ٢١ - ١١) تعتبر قشريات على درجة عالية من التحور ، يكون الحيوان البالغ جالساً ، وحيد المسكن ، ومحاطاً بصدفه جيرية . ومن أكثر الأنواع شيوعاً أطومات الأوز أو السفن أو الصخر ، والنوع الأخير يثبت نفسه على الصخور والأسطح الخشبية في مياه الشواطئ ؛ بعض الأنواع تثبت نفسها على السرطانات والقروش والصلحاح البحرية والحيتان ، وهناك أيضاً أنواع متطفلة . ينمو البيض داخل جسم الحيوان ثم يفقس عن يرقات مجهرية تطفو أو تسبح في الماء وتتغذى ؛ أثناء الانسلاخات المتتالية تغير أشكالها حتى تصل إلى الطور البالغ . تعتبر اليرقات وسيلة الإنتشار الوحيدة للأطومات ، لأن الطور البالغ يثبت نفسه على مرتكز بواسطة إفرازات من غدة أسننتيه . يمكن القول إن حيوان الأطوم « يقف على رأسه » وهو يستخدم الأطراف الصدرية في دفع الغذاء تجاه الفم . وهناك تباين كبير بين الأطوم البالغ والقشريات العادية من الناحية التشريحية ، لدرجة أن العلاقة بينهما لم تتضح إلا من خلال دراسة تركيب الأطوار اليرقية .

معظم القشريات حرة المعيشة ، ولكن البعض يعيش معيشة تكافلية متنوعة مع حيوانات أخرى ، والبعض الآخر متطفل . بعض السرطانات تقطن أنابيب خاصة بديدان حلقية ، وهناك سرطانات أخرى صغيرة تعيش داخل أصداف أويسترات ومحار « قمل السمك » من القشريات التي أصبحت طفيليات خارجية على الأسماك ، وقد تحورت أطرافها الأمامية إلى محصات أو خطاطيف تلتصق بها في العائل البعض له أجزاء فم خاصة لاخترق جسم العائل وامتصاص الدم . في بعض الأنواع يكون الطور اليرقي متطفلاً والطور البالغ حر المعيشة ، وفي البعض الآخر يكون العكس صحيحاً .

٢١ - ١٨ العلاقات بالإنسان

لحم بعض القشريات له قيمة كبيرة كغذاء للإنسان . في عام ١٩٧٣ ، بلغ محصول الصيد للقشريات في الولايات المتحدة ٧٠٤ مليون رطل ، قدر ثمنه بـ ٣٦١,٤٣٠,٠٠٠ دولار . يؤكل جراد الماء في بعض المناطق في أمريكا الشمالية ، وهو وغيره من القشريات يؤكل أيضاً في بلدان أخرى عديدة . السلطان الأزرق (كالينكس) عند شاطئ الأتلانتى يتم صيده ، ثم يحفظ في



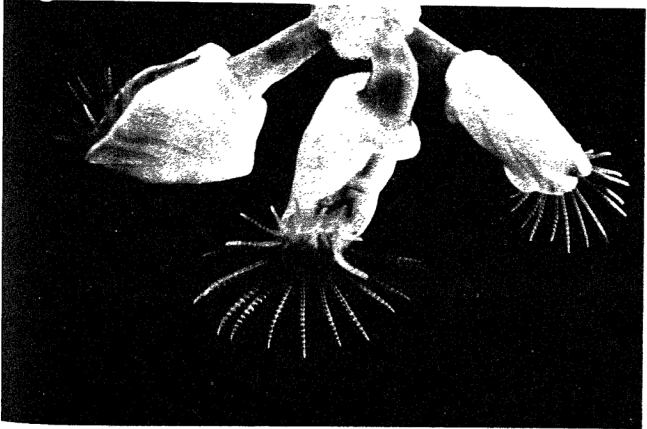
تحت شعبة التريلويتا

تعتبر التريلوبيتا مفصليات قدم بحرية بدائية، وكانت توجد أثناء العصور القديمة (شكل ١٣ - ٨). الجسم مقسم بواسطة أخلودين طويلين إلى ثلاثة فصوص . توجد رأس واضحة، كل عقلة تحمل أطرافاً مزدوجة مزودة بأشواك إبرية الشكل . يتضمن التكوين طوراً يرقياً . الأنواع المختلفة يتراوح طولها من ١٠ إلى ٦٧٥ مم ، معظمها كان يقطن القاع ، ولكن من المحتمل أن اليرقات وبعض الحيوانات البالغة كانت تسبح في الماء .

طائفة العنكبيات (العنكب وحليقاتها)

العنكبيات مجموعة متنوعة من الحيوانات تضم العنكب ، الحلم ، القراد ، العقارب وغيرها (شكل ٢١ - ١٢) . ومعظمها حيوانات أرضية حرة المعيشة صغيرة الحجم ، والعديد منها واسعة الانتشار في المناطق الجافة الدافئة . بعض الأنواع لها غدد سامة ومخالب تلدغ أو تقتل بها الحشرات أو الحيوانات الصغيرة التي تتغذى عليها . العنكب وبعض الأنواع الأخرى لها أيضا غدد خاصة تفرز خيوطاً حريرية تستعمل في صنع أنسجتها المألوفة ومخاضها ومحافظ البيض .

معظم أفراد هذه المجموعة لا ضرر لها إطلاقاً ، ولكن القليل من العنكب والعقارب قد يسبب أمراضاً للإنسان وأحياناً يؤدي إلى موته بعض أنواع الحلم يصيب النباتات ، وهناك أنواع أخرى من



شكل ٢١ - ١٠ : أطروم (لباس) . (مهداه من جارى ماكنتونالد) .

الحلم والقراد تتطفل على الإنسان والحيوانات ، يوجد أيضا بعض القراد يعمل كعوائل متوسطة لأوليات وفيروسات تسبب أمراضاً متنوعة . أصغر أنواع الحلم لا يتعدى طوله ٠,٥ مم ، أما أكبر أنواع العقارب فقد يصل طوله إلى ١٦٠ مم .

٢١ - ١٩ الخصائص^(١)

- ١ - الجسم يتركب عادة من رأس صدر مميز وبطن ؛ نموذجيا له ستة أزواج من الأطراف المفصالية على الرأس صدر فقط ، لا توجد قرون إستشعار أو فكوك أمامية .
- ٢ - أجزاء الفم والقناة الهضمية تتلاءم أساساً مع الإمتصاص ، البعض له عدد سامة .
- ٣ - التنفس بواسطة الرئاث الكتابية ، القصبات ، أو الخياشيم الكتابية .
- ٤ - الإخراج بواسطة أنابيب مليجي مزدوجة أو غدد حرقفية ، أو كليهما .
- ٥ - الجهاز العصبي مكون من عقد ظهرية (مخ) وحبل عصبي بطني به عقد مزدوجة ، وأحيانا تتركز العقد في الأمام ؛ الأعين بسيطة عادة وتوجد في أزواج ؛ شعيرات حسية على الجسم .
- ٦ - الجنسان غالباً منفصلان ، الفتحاح الجنسية منفردة ؛ التلقيح عادة داخلي ؛ التكوين عادة خارجي ومباشر ، أو يمر بطور يرق واحد أو أكثر .
- ٧ - معظمها أرضية وإنفرادية ، بعضها حر المعيشة مفترس والبعض الآخر متطفل .

٢١ - ٢٠ رتبة العنكبوتيات

(العناكب)

تضم أكثر من ٣٠,٠٠٠ نوع من العناكب المعروفة تعيش في العديد من البيئات المتباينة من شواطئ البحار إلى قمم الجبال ومن الصحارى القاحلة إلى المستنقعات والغابات الإستوائية .

٢١ - ٢١ الصفات الخارجية (شكل ٢١ - ١٣)

يتركب الجسم من رأس صدر مميز مستدير وغير معقل ، وبطن متصلان بواسطة « خصر » رفيع . بصفة عامة ، يوجد في الرأس صدر ثمانية أعين بسيطة أمامية ، وستة أزواج من الأطراف على الجانب البطني . الزوج الأول (قرون كلالية) متحول إلى مخليين يتصلان بقنوات لغدد سامة . الزوج الثاني يستعمل في مضغ الطعام وعصرة ؛ في الذكور البالغة تستخدم نهايتا هذين الطرفين في

(١) قانون مفصليات القدم (فقرة ٢١ - ١ وفصل ١٤) ، القشريات (فقرة ٢١ - ٤) والحشرات (فقرة

الأعين والغدد السامة . يتم تأكسج الدم عديم اللون في هذه الرئات الكتائية .

تنفس العناكب الهواء الذى يدخل من فتحات خارجية على البطن ثم يدور فوق صفائح أفقية ورقية الشكل ، الرئات الكتائية ، تتميز بها العنكبوتات . تتم في الرئات الكتائية عملية تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون القصبات ، إن وجدت تشبه تلك التى في الحشرات ، ولكنها تقتصر على البطن فقط . يتم الإخراج بواسطة أنابيب ملييحي مزدوجة تتصل بالأمعاء ، وأيضاً بواسطة غدد حرقية مزدوجة في منطقة الرأس صدر ، تشبه تلك التى في القشريات .

الجهاز العصبي مُركّز . يوجد فوق المريء عقدة ذات فصين ، تمتد منها وصلتان سميكتان متصلان بكتلة عقدية بطنية تخرج منها أعصاب إلى جميع أعضاء الجسم . الأعين بسيطة . حاسة الشم تبدو أنها جيدة التكوين ، وتوجد شعيرات حسية خارجية عديدة .

الجنسان منفصلان ، وغالباً غير متشابهين . يوجد بالذكر خصيتان متصلان بقنوات ملتفة (قنيات صادرة) تفتح في حويصلة منوية واحدة تؤدي إلى فتحة تناسلية . في الأنثى ، يوجد مبيضان يخرج منهما قناتا بيض تؤديان إلى مهبل واحد ؛ يفتح في المهبل مستودعان منويان جانبيين .

٢١ - ٢٣ تاريخ طبيعي

العناكب حرة المعيشة ، إنفرادية ، وهي حيوانات مفترسة تتغذى أساساً على الحشرات . العناكب تصيد فرائسها بطرق متنوعة ، فهي قد تلاحقها أو تنقض عليها أو تنصب لها شركاً بأنسجتها ؛ تقتل الحشرات الصغيرة بواسطة المخالب السامة ، أما الفرائس الكبيرة قد تربط بخيوط حريرية أو تثبت بالنسيج قبل أن تقتل ، ثم « تؤكل » (تُمتص) . معظم الأنواع ، يعيش أفرادها لمدة عام تقريباً ، ولكن وجد أن بعض التارنتولا الكبيرة تعيش في الأسر لمدة عشرين عاماً . تقع العناكب فريسة للطيور ، والسحالي وبعض الدبابير . الدبور الخمس يضع بيضة داخل شراق العناكب ، وتتغذى يرقاته على بيض العناكب .

يفرز حرير العنكبوت من خلال المغازل ، وينجف على شكل خيط عندما يغزل في الهواء . يستخدم هذا الخيط في حالة تكوينات السيج المتنوعة « كحيط جر » يساعد العنكبوت الصياد في تنقلاته كوسيلة لإنتشار العناكب الصغيرة التي تتسلق عالياً وتغزل خيوطاً طويلة تحملها الرياح وأيضاً كشرار ، مخائف ، أعشاش وشرائق .

٢١ - ٢٤ التكاثـر

عندما يبلغ الذكر ، فإنه يضع قطرة من المنى على النسيج ثم يمتصها في الطرف كيسي الشكل للزوج الثاني من الأطراف . يبحث الذكر عن الأنثى بعد ذلك ، وقد يقومان بعمل بعض الإستعراضات التزاوجية قبل أن يدخل الذكر نهايتى الطرفين في الفتحة التناسلية للأنثى ، وبذلك تمر

الحيوانات المنوية إلى الأنثى قد تقتل الأنثى الذكر وتأكله بعد عملية التزاوج ، ولكن ليست هذه هي نهايته المحتملة في كل الحالات . تضع الأنثى البيض فيما بعد في شرنقة وسادية مثبتة على النسيج أو بالقرب منه ، أو ملتصقة بطن الأنثى . يفقس البيض وتخرج منه عنكبوت صغيرة . إنثى بعض الأنواع تحمل صغارها لعدة أيام بعد الفقس . ينسلخ العنكبوت الصغير عدة مرات ، ومع كل إنسلخ ، تحدث زيادة في الحجم وتغير في الشكل والنسب واللون . قبل البلوغ ، ينسلخ الذكر خمس مرات تقريباً ، والأنثى سبع أو ثمانى مرات .

٢١ - ٢٥ عنكيات أخرى (شكل ٢١ - ١٢) .

العقارب (رتبة العقربيات ؛ أنظر مقدمة الفصل) تتميز بكلايتين كبيرتين على الزوج الثاني من الأطراف ، وبطن مقسم إلى ١٢ عقلة يحمل في نهايته زبان سم حاد (شكل ٢١ - ١٤) . تقطن العقارب المناطق الجافة الدافئة ، وتختبئ تحت الأحجار وفي الجحور غير العميقة أثناء النهار ، وتنشط ليلاً سعيًا وراء غذائها الذى يتكون من الحشرات والعناكب والعقارب الأخرى . يقبض العقرب على فريسته ويمزقها ، أما الفرائس الكبيرة فإنه يشلها بزبانه . تسبق عملية الجماع « رقصة غزل » ، تلد الأنثى صغاراً حية ، ثم تحملها على بطنها لعدة أيام .

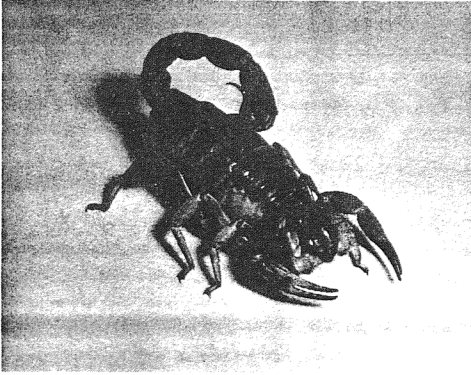
العقارب السوطية (رتبة ذوات اللوامس القديمة) تشبه العقارب إلى حد ما ، غير أنها تعتقر إلى السم . وهى تتميز بكلايات كبيرة ، والزوج الأول من الأرجل متخصص لحاسة اللمس ؛ يحمل البعض « سوطاً » بطنياً رفيعاً . تعيش هذه الحيوانات في الأقطار الدافئة ، وهى ليلية النشاط وتفترس الحشرات .

العقارب الكاذبة (رتبة العقارب الكاذبة) تشبه العقارب الصغيرة ، ولكن بدون زبان . وهى تعيش تحت الأحجار أو الحرايزات أو القلف ، والبعض منها قد يوجد داخل الكنب أو قطع الأثاث ؛ يتكون غذاؤها من الحشرات الدقيقة .

عناكب الشمس (رتبة سوليوجيدا) تشبه العنكبوت العادى في الشكل ، ولكن بدون « خصر » كما تعيب عنها غدد الحرير والسم . عناكب الشمس تقطن المناطق الجافة الدافئة ، وهناك إعتقاد شائع بين الناس أنها حيوانات خطيرة .

الحصاد أو طويل القوائم (رتبة فالانجيدا) لها أجسام بيضاوية متينة وأرجل غاية في الطول تساعد على الجرى بسرعة . لا يوجد بها سم ، ولكن لها غدداً تفرز رائحة كرمية بغرض الحماية . تنتشر هذه الحيوانات في المناطق المعتدلة ، ويتضمن غذاؤها الحشرات الصغيرة .

القراد والحلم (رتبة القراديات) حيوانات صغيرة أو مجهرية ، الرأس والصدر والبطن فيها مندمجة تماماً وغير معقولة . غطاء الجسم غشائى أو جلدى ، مزود أحياناً بصفايح أو دروع صلبة . أجزاء الفم تحمل على مقدمة الجسم الرفيعة . توجد ثمانية أرجل جانبية ، مزودة غالباً بأشواك شعرية .



شكل ٢١ - ١٤ العقرب ، مفصل القدم له سلسلة نسب قديمة ، تغير طفيف منذ العصر السلوى .



قمل النمل
الصنكوت الأحمر



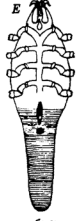
أناطس
حلم الرئع



إريوفيس
حلم المزارع



ماركوفيس
حلم الحبوب



ديودكس
جرب سوسل

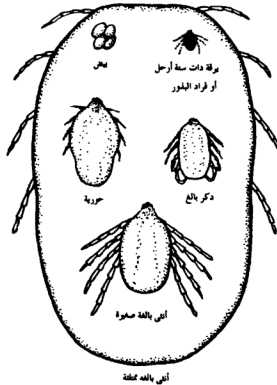
شكل ٢١ - ١٥ بعض أمثلة للحلم . جميعها مكبرة ولكن بنسب مختلفة . (عن بانكس ، ١٩٥٥) .

الجنسان منفصلان تفقس من البيضة يرقة ذات ستة أرجل . تتغذى هذه اليرقة وتسلخ وتنحور إلى حورية ذات ثمانية أرجل ، وفي النهاية تكوّن حيواناً بالغاً جنسياً .

الحلم (شكل ٢١ - ١٥) تضم ٢٠,٠٠٠ نوع وتعيش في التربة ، والأغذية المخزونة ، والمياه العذبة والملحة ، وكطفيليات على النباتات والحيوانات . القراد (شكل ٢١ - ١٦) تتغذى على دم الفقاريات . وعندما يجد القراد عائلاً فإن أجزاء فمه تخترق جلده ويمتص القراد دم العائل إلى حد التخمة « ممثلى كالقراد » - ثم يسقط بعد ذلك . في فصل الربيع ، تضع الأنثى البيض في أماكن آمنة على الأرض . يفقس البيض بعد شهر أو أكثر . اليرقات والحوريات والحيوانات البالغة ، تسلق الشجيرات ، وترقب العائل الملائم الذى تثبت به . وبعد أن تحصل على غذائها تسقط على الأرض حيث تهضم غذاءها وتسلخ . القراد يمكنه أن يعيش لفترة طويلة دون غذاء ، قد تصل إلى سنة أو أكثر ، إذا لم يجد العائل المناسب .

٢١ - ٢٦ العلاقات بالإنسان

معظم العناكب تكون لدغتها غير ضارة للإنسان ، وحتى « التارنتولا » الكبير لا يسبب ضرراً أكثر مما لدبور . ومع ذلك ، فإن جنس اللاتروديكس غاية في الخطورة ؛ عنكبوت الأرملة السوداء



شكل ٢١ - ١٦ قراد حى الماشية التكامية (بوفيلس أنيولانس) × • . الأطوار الصغيرة داخل رسم تخطيطي لأنثى بحفلة .

(ل . ماكناز ، شكل ٢١ - ١٢) يقطن أمريكا الشمالية والجنوبية ، جزر الهند الغربية وهاواي . الأنثى البالغة ذات لون أسود براق ، ولها بقعة مستديرة حمراء في منطقة البطن على الجهة البطنية . في الولايات المتحدة ، تشير التقارير إلى أن ٥٪ من حالات التسمم في الإنسان بهذا العنكبوت انتهت بالموت ، ومعظمها كانت في كاليفورنيا ، حيث تسبب الأرملة السوداء حالات تسمم أكثر مما تسببه الحية ذات الأجراس .

بعض العقارب الاستوائية الكبيرة يكون سمها في غاية القوة . في المكسيك يُلدغ الآلاف من الناس سنوياً ، ويموت المئات منهم وخاصة الأطفال . وقد قل الخطر في السنوات الحديثة نتيجة لإعتاد مكافآت كبيرة للقضاء على العقارب ، كما تمت معالجة حالات التسمم بمضادات خاصة لسم العقرب .

معظم أنواع الحلم تعتبر آفات إقتصادية ، بعض هذه الأنواع تمتص العصارات النباتية ، وتصيب الأوراق بالنقط ، وتلف البراعم والفواكه في أشجار البساتين ؛ البعض الآخر يصيب الجذور والأبصال . حلم الجرب (ساركوبتس) يخفر في جلد الإنسان ويسبب تهيجه ، وهناك أنواع قريبة تصيب الخنازير والكلاب وثدييات أخرى بالجرب ؛ البعض الآخر يحدث قروحاً وجرباً في الأغنام وضعفاً عاماً في الدواجن . بعض الأطوار اليرقية تهاجم الإنسان وتسبب هرشاً عنيفاً ، وفي الشرق تنقل مرض « تيفوس الحلك » .

القراد يصيب الحيوانات الأليفة والبرية ، والقليل منها يهاجم الإنسان ، وإذا ازدادت أعدادها ، يصاب العائل بالأنيميا ، وتقل مقاومة الجسم ، وقد تحدث الوفاة في النهاية . بعض أنواع القراد تعمل كموائل متوسطة لأضرار خطيرة ، منها حمى جبال روكي المبقعة وهي تصيب الإنسان ، وحمى الماشية بتكساس ، وهي ذات أهمية كبيرة بالنسبة للصناعة المتعلقة بحيوانات المزرعة في الولايات الأمريكية الجنوبية .

طائفة الميروستوماتا

(سرطانات حدوة الحصان واليوتيريدات)

كانت تعيش في بحار العصور القديمة عنكبويات ، هي اليوتيريدات ، وكان يصل طولها إلى ٩ أقدام (٢,٧ متراً) . وهذه الحيوانات مع سرطانات حدوة الحصان تضمها طائفة قائمة بذاتها تابعة لمفصليات القدم . سرطان حدوة الحصان الأمريكي (*هيمولس بوليفيموس*) يقطن مياه شواطئ الأتلانتى الضحلة من نوافشكوشيا إلى يوكاتان . يحمل الرأس صدر ستة أزواج من الأطراف كغيره من العنكبويات الأخرى ، ويُغطى بدرقة مقوسة تشبه حدوة الحصان . البطن سداسي مزود بأشواك ظهرية ، وينتهي بذويل رفيع شبيه بالسونكي ، كما يحمل ستة أزواج من الأطراف اليرقية الصغيرة من الجهة البطنية . يتم التنفس بواسطة خياشيم كناية ، أعضاء الحس تتضمن عينين مركبتين جانبيتين وعينين بسيطتين وسطيتين .

هذه السرطانات يمكنها الحفر والسباحة والمشي على القاع ، وتكون أكثر نشاطاً أثناء الليل ، وتتغذى على لا فقاريات صغيرة . تتزاوج هذه الحيوانات مع بداية فصل الربيع ، يتم وضع البيض الملحخ خارجياً في الرمل قريباً من السطح في منطقة المد والجزر . اليرقات عند الفقس تشبه التربلويتا في أن لها بطناً مقلداً بدون أطراف ، ولكن هذه الصفات تفقد مع الإنسلاخ الأول .

طائفة الميريابودا

(ذوات المائة رجل وذوات الألف رجل)

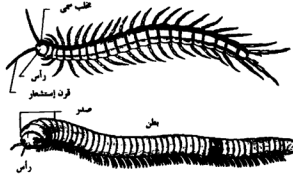
ذوات المائة رجل أو الكيلوبودا (شكل ٢١ - ١٧) حيوانات طويلة ، رفيعة ، ومفلطحة ظهراً لبطن ، الجسم مقسم إلى عقل يتراوح عددها من ١٥ إلى ١٨١ عقلة في الأنواع المختلفة . الرأس يحمل زوجاً من قرون الإستشعار المفصليّة ، زوجاً من الفكوك الأمامية ، وزوجين من الفكوك الخلفية ، العقلة الجسمية الأولى لها زوج من الخالب السامة المفصليّة ، أما باقي عقل الجسم عدا العقلتين الأخيرتين فتحمل كل منها زوجاً من أرجل المشي المفصليّة . القناة الهضمية مستقيمة لها من الأمام زوج من الغدد اللعابية ، ومن الخلف زوج من أنابيب مليحيي للإخراج . القلب محاط بالتامور ، ويمتد بطول الجسم لتخرج منه شرايين جانبية في كل عقلة . يتم التنفس بواسطة مجموعة من الأنابيب القصية . الجنسان منفصلان ، يوجد لكل ، منسل ظهري وفتحة تناسلية بطنية واحدة للخلف .

تعيش ذوات المائة رجل أساساً في البلدان الدافئة ، وهي تختبئ أثناء النهار وتنشط ليلاً سعياً وراء غذائها من ديدان الأرض والحشرات ؛ الأنواع الكبيرة قد تقتنص السحالي الصغيرة أو الفئران .

تُقتل الفريسة فوراً بالسسم ، ثم يتم مضغها بالفكوك الأمامية . بعض الأنواع يضع بيضاً والبيض الآخر لود . الصغار تشبه الأبوين . بعض الأنواع الأستوائية يتراوح طولها من ٦ إلى ٨ بوصات (١٥ إلى ٢٠ سم) ، ولدغتها تسبب ألماً للإنسان ، ولكن الأنواع الصغيرة منها لا تعد خطرة .

« البلدان ذوات الألف رجل » أو ذوات الألف قدم (تحت طائفة الدبلوبودا ؛ شكل ٢١ - ١٧) لها أجسام إستوائية طويلة ، وبعض الأنواع لها ألوان براقّة . الرأس مميز بعمل مجموعتين من الأعين البسيطة وزوجاً من كل من قرون إستشعار قصيرة ، فكوك أمامية ، وفكوك خلفية . الصدر مكون من أربع عقل فردية ، وجميعها عدا الأولى تعمل زوجاً من الأرجل . البطن طويل مقسم إلى عقل مزدوجة يتراوح عددها ما بين ٩ إلى أكثر من ١٠٠ عقلة ، لكل منها زوجان من الأرجل المفصليّة . الجهازان الهضمي والدوري يشبهان إلى حد ما مثيلهما في ذوات المائة رجل ، ولكن التنفس هنا يتم بواسطة قصبّات لها فتحة تنفسية أمام كل رجل . يوجد منسل واحد لكل فرد ، والفتحة الجنسية تقع على العقلة الثالثة .

تعيش ذوات الألف رجل في الأماكن المظلمة الرطبة ، وهي تتجنب الضوء . تتحرك هذه



شكل ٢١ - ١٧ لأعل . ذات المائة رجل (تحت طائفة كيلوبودا ؛ عن هكسل) لأسفل . ذات ألف رجل شائعة (سيروبولس ، تحت طائفة دبلوبودا ، عن هاوبت)

الحيوانات بطيء بجسمها الممتد ؛ وهي تستكشف طريقها مستخدمة قرون الاستشعار . تتحرك الأرجل العديدة على شكل موجات متتابعة من الخلف للأمام . تتغذى ذوات الألف رجل على المواد النباتية اللينة ، ولو أنها تتغذى أيضا على المواد الحيوانية الميتة . لهذه الحيوانات سلسلة من الغدد التي تفرز سوائل كبرية الرائحة تبعد عنها الأعداء ، بعض الأنواع تلتف نفسها على شكل لولب عندما تحس بالخطر .

مفصليات قدم أخرى

بالإضافة إلى مفصليات القدم التي سبق شرحها في هذا الفصل ، هناك مجموعات أخرى متنوعة من الحيوانات التي تنبع هذه الشعبة ، ولكن لأن لم يتضح تماماً مدى علاقاتها ووضعها التصنيفي . تلك هي ذوات المائة رجل للحدائق (سيمفلا) والبلوروبودات الدقيقة (بالوروبودا) . الصفات العامة لهذه المجموعات سبق ذكرها ضمن النبتة عن التصنيف (فصل ١٤) .

مراجعة

- ١ - أذكر أهم المميزات التركيبية لمفصليات القدم .
- ٢ - ما هي المجموعات الرئيسية (تحت الشعب والطوائف) لهذه الشعبة ؟
- ٣ - ما هي الفائدة التي تعود على غطاء الجسم من احتوائه الكيتين ؟
- ٤ - ما هي أوجه الاختلاف بين جراد الماء أو اللوبستر والسرطان ؟
- ٥ - مع وجود أنواع متباينة من الأطراف المفصلية المزدوجة ، ما هي الأعمال التي يمكن لجراد الماء أن يقوم بها ، وتكون مستحيلة بالنسبة لقواقع أو دودة أرض ؟
- ٦ - عرف التجويف الدموي . كيف يختلف عن السيلوم في دودة الأرض ؟
- ٧ - لماذا تعتبر الحياشيم ضرورية لحيوان مثل جراد الماء ؟
- ٨ - ما هي أوجه الاختلاف بين أعضاء الحس في كل من جراد الماء من ناحية والحلقيات والرخويات من ناحية أخرى ؟
- ٩ - لماذا يعتبر إنسلاخ الهيكل الخارجى ضرورياً ؟ وكيف يتم ؟
- ١٠ - أذكر بعض الأنواع الشائعة من القشريات ، ثم بين أين يعيش كل منها . عدد بعض الأنواع القليلة التي تستخدم كغذاء للإنسان .
- ١١ - لماذا يصنف الأطوم ذو الصدفة الجيرية الخارجية ضمن القشريات ؟ لماذا لا يعتبر حيواناً رخوياً ؟
- ١٢ - ما هي الصفات التركيبية المميزة للعناكب ؟ مما يتكون غذاؤها وكيف تحصل عليه وتأكله ؟ ما فائدة حرير العنكبوت ؟ أين يتكون ؟ أذكر بعض غرائب التكاثر بين العناكب .
- ١٣ - ما هو الحلم ؟ كيف يختلف في تركيبه عن العنكبوت وعن جراد الماء ؟ ماهي المميزات التي تجعل القرواد آفات دائمة للحيوانات ؟ هل البعض منها يشكل خطراً على الإنسان ؟
- ١٤ - كيف تختلف ذوات المائة رجل وذوات الألف رجل في تركيبها عن مفصليات القدم الأخرى ؟ وكيف تختلف فيما بينها ؟

الفصل الثانى والعشرون

الحشرات

النطاطات ، الذباب ، القمل ، الفراشات ، الخنافس ، النمل ، وغيرها تنتمى لطائفة الحشرات ، وهى تضم ما يقر من ٩٠٠,٠٠٠ نوع . تتضمن الحشرات ثلاثة أرباع عالم الحيوان تقريباً ، فهى بلا شك أكبر أقسام شعبة مفصليات القدم . وهى أكثر الحيوانات الأرضية شيوعاً ؛ وتعتبر اللافقراريات الرئيسية التى تعيش فى البيئات الجافة ، والوحيدة التى لها قدرة على الطيران . وقد أمكن للحشرات أن تكيف نفسها لهذه المعيشة إذ أن لها غطاء جسم كيتينى يحمى الأعضاء الداخلية من الإصابة ومن فقد الماء ، وأيضاً لها إمتدادات لهذا الغطاء تكون الأجنحة ، كما أن لها جهازاً من الأنابيب القصية يُمكنها من تنفس الهواء . الحشرات تعيش فى جميع البيئات عدا البحار ، الأنواع المختلفة تعيش فى المياه العذبة ونصف المملحة ، فى التربة ، على النباتات بجميع أنواعها ، وعلى حيوانات عديدة أو بداخلها . تتغذى الحشرات على جميع أنواع النباتات وأجزائها - الجذور ، السيقان أو الأوراق ، العصارة أو البراعم ، الينور أو الفواكه .

كثير من الحشرات التى تحوم حول الزهور ، تساعد فى تلقيحها . البعض يتغذى على أنسجة وسوائل وإفرازات الحيوانات ، الحشرات القمامة تتغذى على الحيوانات والنباتات الميتة . الحشرات المتطفلة تعيش فى البيض ، اليرقات ، أو الأطوار البالغة لحشرات أخرى وعلى حيوانات ونباتات متنوعة . بعض الحشرات تنقل الأمراض للنباتات والحيوانات والإنسان . الحشرات بدورها تقع فريسة لحشرات أخرى ، لعناكب عقارب وفقراريات عديدة من الأسماك إلى الثدييات . الأنواع المفترسة والمتطفلة تعمل على الحد من إنتشار حشرات أخرى . والحشرات ، نتيجة لأعدادها الكبيرة وعلاقاتها البيولوجية ، تعتبر ذات أهمية إقتصادية كبيرة ، منها النافع ومنها الضار للإنسان وإهتماماته . العلم الذى يختص بدراسة الحشرات يعرف بعلم الحشرات (أنتومولوجى)

٢٢ - ١ الخصائص

١ - الرأس ، الصدر ، البطن مميزة ، الرأس يحمل زوجاً من قرون الاستشعار وثلاثة أزواج

من أجزاء الفم متنوعة التحور للمضغ ، الإمتصاص ، أو اللعق ؛ الصدر (من ثلاث عقل) يحمل ثلاثة أزواج من الأرجل المفصليّة ، وعادة زوجين (أو زوجاً واحداً أو لا يوجد على الإطلاق) من الأجنحة ؛ البطن مكون من ١١ غقلة أو أقل وينتهي بأجزاء متحورة إلى أعضاء تناسلية خارجية .

٢ - القناة الهضمية مكونة من معى أمامى وأوسط وخلفى ؛ الفم مزود بغدد لعابية .

٣ - القلب (وعاء ظهري) رفيع ، له أورطى أمامى ، لا توجد شعيرات أو أوردة ؛ تجاويف الجسم دموية (السيلوم مختزل) .

٤ - التنفس بواسطة قصبات متفرعة مبطنة بجليد ، تحمل الأوكسجين من فتحات تنفسية مزدوجة على جانبي الصدر والبطن إلى الأنسجة مباشرة ؛ بعض الأنواع المائية لها خياشيم قصبية أو دموية .

٥ - الإخراج بواسطة إثنين أو أكثر من الأنابيب المليحية تتصل بالجزء الأمامى للمص الخلقي .

٦ - الجهاز العصبي مكون من عقد فوق مريئية وتحت مريئية تتصل بجبل عصبي بطني مزدوج ، به زوج من العقد على الأكثر في كل غقلة ؛ أعضاء الحس تتضمن أعين بسيطة ومركبة ، مستقبلات كيميائية للشم على قرون الاستشعار ، وللتذوق حول الفم ، بالإضافة إلى شعيرات لمس متنوعة ؛ البعض له وسائل لإصدار الصوت واستقباله ، لا توجد حويصلات توازن .

٧ - الجنسان منفصلان ، المناسل مكونة من أنبيبات عديدة ولها قناة وسطية خلفية ؛ التلقيح داخلي ؛ البيض غني بالمح ومحاط بقشرة واقية ؛ التفليح سطحي عادة ؛ التكوين مباشر يمر بعدة إنسلاخات ، أو يمر بعدة أطوار حورية مصحوباً بتحور تدريجي ، أو يمر ببعض أطوار يرقية وتحور كامل ، إلى الطور البالغ ؛ التكاثر البكري يوجد في المن والثرس والدبابير الحوصلية ، إلخ .

بعض الحشرات لا يتعدى حجمها الأوليات الكبيرة ، البعض الآخر يزيد حجمه عن أصغر حيوان فقارى . بعض الخنافس يبلغ طولها ٠,٢٥ مم فقط ، ولكن معظم الحشرات يتراوح طولها بين ٢ و ٤٠ مم . أطول حشرة يبلغ طولها ٢٦٠ مم وهي من الأورثوتيرا . هناك نوعان من الفراشات الاستوائية يبلغ طول الجناحين فيها ممتدين ٢٨٠ و ٢٤٠ مم ؛ بعض الحشرات الحفرية كان إمتداد الجناحين فيها أكثر من ٧٠٠ مم (٢٨ بوصة) .

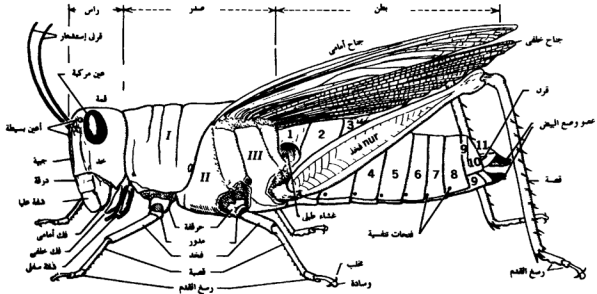
النطاط

يعتبر النطاط مثلاً عاماً للحشرات من الناحية التشريحية . للنطاط أجزاء فم ماضغة ، ويمر بتحور تدريجي أو غير كامل من الأطوار الصغيرة أو الحورية إلى الطور البالغ ، ويعيش مستقلاً لفصل واحد فقط . ينتشر النطاط في الأراضي المنبسطة حيث يتغذى على الحشائش والنباتات الورقية الأخرى . نطاط كارولينا (ديسوستيرا كارولينا) النطاط الأمريكي (شيسو سيرا أمريكا) ، النطاط الشرق الخامل (روماليا ميكروثيرا) ، جميعها أمثلة شائعة .

٢٢ - ٢ الصفات الخارجية

يتركب الجسم من رأس مكون من ست عقل مندجة ، صدر من ثلاث عقل يحمل أرجلاً وأجنحة ، وبطن طويل معقل ينتهي بأعضاء تناسلية (شكل ٢٢ - ١) . يُغطى الجسم بهيكل خارجي يحتوي على كيتين ، يُفزز الهيكل الخارجي من البشرة التي تليه للداخل ، وينسلخ بصفة دورية في الحوريات حتى يسمح بالزيادة في الحجم . يتركب الهيكل الخارجي من صفائح صلبة ، أو **قطع هيكلية** ، يفصل بينها فُرُوز من كيتين لين يسمح بحركة عقل الجسم والأطراف . يوجد بالكيتين ونحته مادة صلبة تعطي الجسم ألواناً مميزة وقائية ، وبذلك تتشابه النشاطات مع البشات التي تعيش فيها .

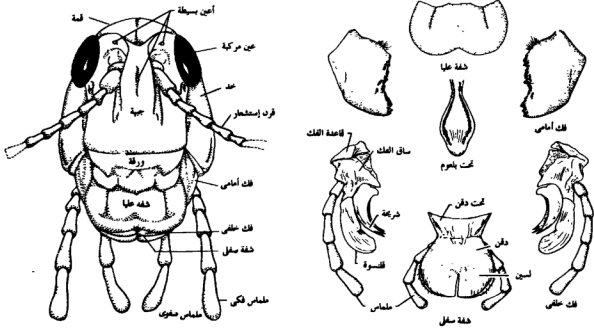
الرأس (شكل ٢٢ - ٢) يحمل زوجاً من قرون استشعار مفصلية رفيعة مزودة بشعيرات حسية دقيقة ، عيين مركبتين جانبيتين بدون سيقان ويتشابهان في التركيب مع تلك التي لجراد الماء ، وثلاث أعين بسيطة (عيينات) . يغطي معظم الرأس بقطعة صلبة أو فوق القرن يوم له قمة ظهرية ، خدان جانبيين ، وجبهة أمامية . يوجد أسفل الجبهة صفيحة عريضة ، الدرق . أجزاء الفم من النوع الماضغ ، وتوجد على الرأس من الجهة البطنية وتشمل (١) شفة عليا عريضة متمفصلة مع الدرق ؛ (٢) تحت بلعوم وسطى يشبه اللسان ويقع خلف الفم ؛ (٣) فكين أماميين سميكين لونهما أسود ، يحمل كل منهما أسناناً على الحافة الداخلية تستعمل في مضغ الطعام ؛ (٤) زوجاً من الفكوك الخلفية يتركب كل فك من عدة أجزاء وملمس حسي رفيع جانبي ؛ و (٥) شفة سفلى وسطية



شكل ٢٢ - ١ : الصفات الخارجية للنطاط ، حشرة كاملة . أنثى - III-I عقل الصدر ؛ II-I ، عقل البطن .

عريضة بملامسين قصيرين .

يتركب الصدر من مقدم صدر أمامي كبير له قصعة ظهرية تشبه السرج ، وسط صدر ، ومؤخر صدر خلفي ؛ تحمل كل عقلة من عقل الصدر زوجاً من الأرجل المفصليّة ، أما وسط الصدر ومؤخر الصدر فيحمل كل منهما زوجاً من الأجنحة . القطع الصلبة التي تغطي كل عقلة صدرية تكون ترجة ظهرية من أربع صفائح ملتصقة ، بلورا من ثلاث صفائح على كل جانب ، وقص بطني من صفيحة واحدة . تتركب كل رجل من خمس قطع هي : (١) حرقفة قصيرة متمفصلة مع الجسم ؛ (٢) مدور صغير ملتحم مع (٣) فخذ قوي ؛ (٤) قصبة شوكية رفيعة ؛ و (٥) رسغ القدم مكون من ثلاثة أجزاء ، الجزء القريب يحمل أربعة أزواج من الوسائد البطنيّة والجزء البعيد له وسادة لحماية بين تخليين . هذه الوسائد تساعد النطاط على التعلق بالأسطح الملساء ، أما المخالب فإنها تستعمل للأماكن الخشنة . جميع الأرجل تستخدم في المشي والتسلق . لكل رجل من أرجل مؤخر الصدر فخذ كبير يحوى على عضلات وقصبة طويلة تساعد على القفز . الجناحان الأماميان ضيقان ويعرفان بالغطاءين ويشبهان الرق . الجناحان الخلفيان عريضان غشائيّان بهما عروق عديدة ، ويتشيان أسفل الجناحين الأماميين أثناء الراحة . يتكون كل جناح كامتداد كبسي الشكل من غطاء الجسم ، ثم يتفطّح مكوناً غشاء مزدوجاً رقيقاً يحيط بقصبات ، أعصاب ، وأوعية دموية . يتغلظ الجليد حول الجيوب مكوناً عروقاً قوية (شكل ٢٢ - ٣) . عندما يصل الجناح إلى حجمه النهائي ، فإنه يصبح صلباً وجافاً ، ولكن سريان الدم يستمر في بعض العروق . عروق الجناح لها نظام ثابت في الأنواع والمجموعات العليا من الحشرات ولها أهمية كبرى من الناحية التصنيفية .



شكل ٢٢ - ٢ : النطاط . إلى اليسار ، منظر جبهي للرأس . إلى اليمين ، أجزاء القم في منظر أمامي . كلاهما من حشرات.

البطن اسطوانى نحيف ويتركب من ١١ عقلة ، العقل الأخيرة متحورة لغرض التزاوج ووضع البيض . يوجد على الجانبين السفليين للصدر والبطن ١٠ أزواج من الفتحات التنفسية الصغيرة ، وهى فتحات الجهاز التنفسى . العقلة البطنية الأولى تعمل على كل جانب غشاءً طلياً ، وهو جزء من عضو السمع . يوجد لكلى الجنسين شوكتان صغيرتان أو قرنان على الجانبين خلف العقلة العاشرة . فى الأنثى ، يوجد فى نهاية البطن فصان مزدوجان يكونان عضو وضع البيض ، أما فى الذكر ، فيوجد تركيب بطنى يشبه القارب يحتوى على عضو الجماع .

٢٢ - ٣ العضلات

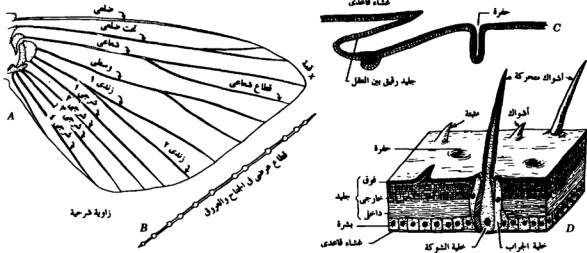
يحتوى الرأس على عضلات مركبة صغيرة تحرك قرون الاستشعار وأجزاء الفم . توجد فى الصدر عضلات كبيرة تتحكم فى الأجنحة والأرجل . فى البطن ، تظهر بوضوح عضلات عُقَلِيَّة ، البعض منها يقوم بالحركات التنفسية ، والبعض الآخر يتحكم فى التراكيب التناسلية .

٢٢ - ٤ الجهاز الهضمى (شكل ٢٢ - ٤)

أجزاء الفم تحيط (١) بتجويف الفم ، الذى يؤدى إلى (٢) مرىء رفيع يمتد إلى (٣) حوصلة كبيرة رقيقة الجدار . يوجد أسفل الحوصلة غدد لعابية متفرعة صغيرة تخرج منها قنوات تفتح عند الشفة السفلى . على الحوصلة (٤) قانصة صغيرة مبطنة بصفائح . الأجزاء السابقة تكوّن المعى الأمامى وهى مبطنة بجليد . على ذلك ، (٥) المعى الأوسط ، أو المعدة متصل (٦) بسلسلة من ستة أعاور معدنية أصبعية الشكل مزدوجة . المعى الخلفى ، أو (٧) الأمعاء مبطن أيضاً بجليد ، ويتركب من جزء أمامى مدبب ، جزء أوسط رفيع ، ومستقيم كبير يفتح فى (٨) الشرج . يقبض النطاط على غذائه بواسطة الأرجل الأمامية ، الشفة العليا ، والشفة السفلى ، ثم يتم تليينه بالإفراز اللعابى (يحتوى على إنزيمات) ، يعض الغذاء بعد ذلك بالفكوك الأمامية والخلفية ، تحمل الملاصق أعضاء للتذوق . الغذاء الذى يتم مضغه يختزن فى الحوصلة ، ثم ينتقل إلى القانصة حيث يطحن جيداً يصفى الغذاء بعد ذلك فى المعدة ، وهناك يهضم بواسطة إنزيمات من الأعاور المعدية ثم يمتص . فى المستقيم ، يُسحب الماء الزائد من المواد غير المهضومة ، التى تكوّن كريات برازية صغيرة تمر إلى الخارج عن طريق الشرج .

٢٢ - ٥ الجهاز الدورى

القلب أنبوى رفيع يمتد ظهرياً فى منطقة البطن فى تجويف تامورى ضحل يتكون بواسطة حاجز عرضى رقيق . يدخل الدم إلى القلب عن طريق أزواج من الفتحات الجانبية الدقيقة (ثغور) ، ثم يُدفع للأمام فى أورطى ظهري إلى الرأس . وهناك ، يخرج الدم إلى تجاويف الجسم ، أو التجويف الدموى (غير سيلومى) ، بين الأعضاء الداخلية ؛ ثم يسرى ببطء إلى الخلف حول هذه الأعضاء ؛

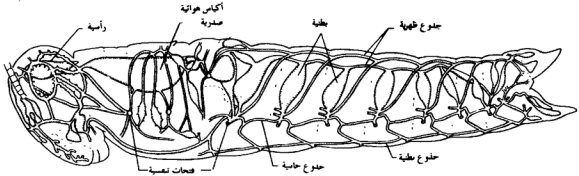


شكل ٢٢ - ٣ : الأجنحة وأغطية الجسم في الحشرات . (أ) جناح كامل بين العروق الرئيسية . (ب) قطاع عرضي للجناح والعروق . (ج) قطاع في غطاء الجسم عند اتصال عقتين . (د) تركيب جدار الجسم . (أ ، ب عن ميكلاف وفلت ، ج ، د عن سوندرجاس .)

وفي النهاية يدخل الدم إلى الجيب التامورى . يسرى جزء من الدم في الأطراف وعروق الأنحثة . الجهاز الدورى مفتوح ، أو ذو فجوات ، كما في مفصليات القدم الأخرى ، ولا توجد شعيرات أو أوردة . تحتوى بلازما الدم الرائقة على كريات دم عديدة اللون تعمل كخلايا بلعية تلهم الكائنات الغريبة . يقوم الدم أساساً بوظيفة نقل الغذاء والفضلات ، إذ يوجد جهاز تنفسى منفصل . يوجد جسم دهنى على شكل شبكة نسيجية سائبة بين الأعضاء ، تُخزن فيه المواد الغذائية الاحتياطية ، وخاصة في الصغار قبل التحور .

٢٢ - ٦ الجهاز التنفسى (أشكال ٢٢ - ٥ ، ٢٢ - ٦)

الفتحات التنفسية الزوجية تتصل بجهاز من الأنابيب الهوائية الإكتودرمية المرنة ، أو القصبات ، التى تنفرع في جميع أجزاء الجسم . الأفرع الدقيقة ، أو القصبات ، تحمل الأوكسجين مباشرة إلى خلايا الأنسجة ، وتنقل ثانى أكسيد الكربون منها إلى الخارج . يتركب جدار القصبة من طبقة واحدة من الخلايا الرقيقة التى تفرز بطانة من الكيتين (تسقط عند الإنسلاخ) ، وتدعم الأنابيب الكبيرة بحيط لولب يمنع تداعبها . الجنود الهوائية الطولية تتصل بالفتحات التنفسية على الجانبين . النطاط ، خلاف بعض الحشرات ، له أكياس هوائية رقيقة الجدران ، كبيرة وعديدة ، في منطقتى الصدر والبطن ، حيث يساعد الانقباض والانبساط المتبادلان لجدار الجسم على دفع الهواء داخل وخارج الجهاز القصوى . تحتوى القصبات الدقيقة على سائل ينوب فيه الأوكسجين قبل أن يصل



شكل ٢٢ - ٥ : النطاق . الجهاز التنفسي . الجذوع القصية ، الأكياس الهوائية ، و ١٠ فتحات تنفسية للجانب الأيسر . (عن ألبرشت ، ١٩٥٣) .

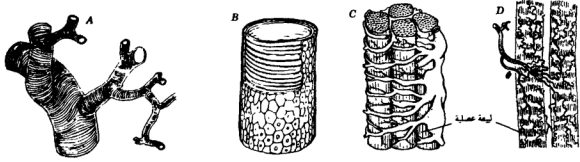
الحس : (١) شعيرات اللمس وتوجد على أجزاء الجسم المختلفة ، وخاصة قرون الاستشعار ، ملامس الفم ، القرون البطنية ، والقطع البعيدة للأرجل ؛ (٢) أعضاء الشم على قرون الاستشعار ؛ (٣) أعضاء التذوق على الملامس وأجزاء الفم الأخرى ؛ (٤) الأعين البسيطة ، وهي حساسة للضوء والظل ، وقد تكون صوراً غير واضحة من مدى قريب ؛ (٥) الأعين المركبة وتعمل أساساً كتلك التي لجراد الماء ؛ (٦) عضو السمع ، عبارة عن غشاء طبل منبسط يتحرك بتأثير الذبذبات الصوتية في الهواء ، التي تؤثر على نقطة رفيعة تحت الغشاء تتصل بألياف عصبية حسية . يصدر النطاق أصواتاً تنتج عن احتكاك القصبة الخلفية الخشنة بعرق من عروق الجناح ، فيؤدي ذلك إلى اهتزازة .

٢٢ - ١٠ الجهاز التناسلي (شكل ٢٢ - ٨)

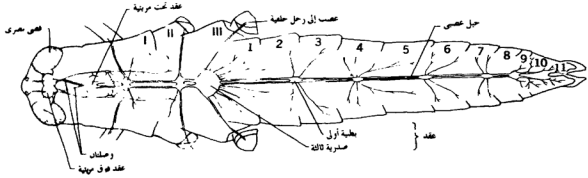
الجنسان منفصلان . في الذكر ، توجد خصيتان ، تتركب كل منهما من سلسلة من الأنبيبات الرفيعة أو الحويصلات ، متصلة بقناة ناقلة تمتد طويلاً . تتحد القناتان الناقلتان لتكونا قناة قاذفة مشتركة وسطية متصلة بغدد إضافية ، تفتح القناة القاذفة في نهاية عضو جماع ذكرى بطنى كبير . في الأنثى ، يتكون كل مبيض من عدة أنابيب بيض مدببة أو أنابيب مبيضية ، ينتج فيها البيض ، وتؤدي إلى قناة بيض . تتحد قناتا البيض لتكونا مهبلًا وسطيًا ينتج للخلف ويتصل بمستودع منوى صغير ، يتم استقبال الحيوانات المنوية فيه عند الجماع وتخزينها . تفتح القناة الانثوية بالقرب من دليل البيض البطنى .

٢٢ - ١١ تاريخ طيعي

في الأيام الدافئة من بداية فصل الربيع يفقس البيض الذى وضع في الخريف السابق وتخرج منه حوريات صغيرة . تشبه هذه الحوريات الحيوانات البالغة ولكن تختلف عنها في نسب الجسم كما أنه



شكل ٢٢ - ٩ : القصبات في الحشرات . (أ) جنوع كبيرة وتفرعاتها . (ب) الحدار الخلقى لأنبوبة قصبة وخطها اللولبي الداخلي . (ج) التفرعات النهائية حول الألياف العضلية . (د) قصبات دقيقة منتشرة فوق ألياف عضلية . (عن ستودجراس)



شكل ٢٢ - ٧ : النطاوط . الجهاز العصبي في منظر ظهري ، III-I عقل صدرية ؛ II-I عقل بطنية . (عن رابلي ، ١٨٧٨ .)

لا يوجد لها أجنحة أو أعضاء تناسل (شكل ٢٢ - ٩) . تتغذى هذه الحوريات على النباتات الغضة ، كما أنها تختبئ تحت النباتات أو في الشقوق لتجنب الحيوانات المفترسة والجفاف . وبعد بضعة أيام ، ينشق الجلد ويسقط ، وتبتلع الحورية المنسلخة الهواء ليزداد حجمها ، يتصلب بعد ذلك الجلد الجديد ويصبح داكناً ، يمر كل فرد بخمسة (أو ستة) أطوار حورية ، وتستغرق عملية النمو بأكملها من ٣٠ إلى ٥٠ يوماً أو أكثر . تظهر الأجنحة أولاً كوسائد صغيرة ، ثم تكبر تدريجياً مع الانسلاخات المتتالية ، وفي النهاية تنفرد إلى الحجم الكامل بعد الانسلاخ الأخير إلى الطور اليافع .

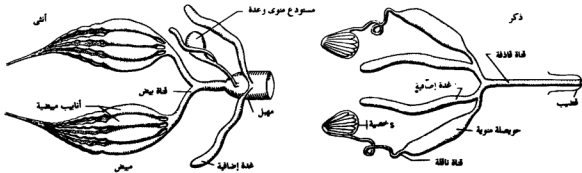
تتغذى الحوريات والحيوانات البالغة على أنواع عديدة من النباتات ، وهي غالباً ما تهاجر إلى

أماكن جديدة يكثر فيها الغذاء ، وقد تسبب أضراراً للمزارع والحدائق ، تبلغ التغذية ذروتها في منتصف الصباح للأيام المشمسة ذات الرياح الضعيفة . الحيوانات البالغة لبعض الأنواع قد تتجمع في أسراب كبيرة وتقوم بهجرات طويلة .

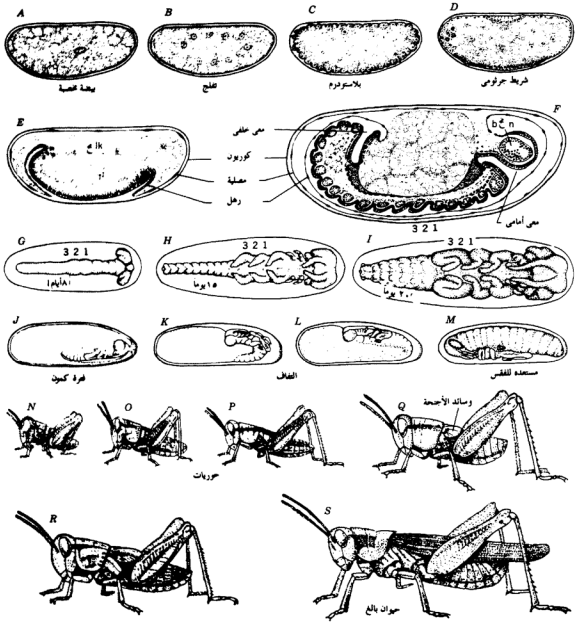
يقع النطاط فريسة لحيوانات مفترسة عديدة . يلتهم البيض بواسطة بعض الخنافس ، ذباب النحل ، الخلد ، الطربان والفئران ؛ والحوريات بواسطة الذباب النهاب والدبابير الحفارة ، وتفترس الحوريات والحيوانات البالغة معاً بواسطة حشرات مفترسة كبيرة والضفادع والزواحف والطيور والثدييات . تتطفل بعض الحشرات على البيض . ذباب اللحم (ساركوفاجا) يضع يرقات حية على الحيوانات البالغة ، وذباب التاكينيد يضع بيضه على النطاط أثناء الطيران ؛ ويرقات هذين النوعين تغفر في جسم عائلتها وتستهلك الأنسجة الدهنية . هذا النطاط المتطفل عليه يصبح خاملاً ولا يمكنه التكاثر ، وقد يموت . لذلك تعتبر الحشرات المتطفلة عاملاً هاماً في مقاومة النطاط . الأمراض الفطرية والبكتيرية تقضي أيضاً على النطاط . يقاوم الإنسان النطاط مستخدماً الرش بمواد كيميائية سامة عديدة والطعوم السامة في الحقول التي تكثر بها النطاطات .

٢٢ - ١٢ التكاثر

عندما يصل النطاط إلى طور البلوغ في الصيف ، يبدأ في التزاوج . يتعلق الذكر بظهر الأنثى ، ثم يدخل عضوه التناسل في مهبلها ، ويدفع بالحيوانات المنوية . بعد فترة ، يبدأ وضع البيض . يبلغ طول البيضة من ٣ إلى ٥ مم ، وتضع الأنثى حوالي ٢٠ بيضة في المرة الواحدة ، والأنثى الواحدة يمكنها أن تضع حتى عشر مرات ، يموت الأبوان عادة بعد إنتهاء عملية التزاوج . في المبيض ، تحاط كل بيضة بغشاء ع رقيق وقشرة مرنة بنية ، أو كوريون ، يخترق على ثقب رقيق أو نقر ، تدخل الحيوانات المنوية عن طريقه أثناء الوضع . تستخدم الأنثى عضو وضع البيض في عمل نفق قصير في



شكل ٢٢ - ٨ : الجهازان التناسليان في الحشرات ؛ رسم تخطيطي . (عن ستودجراس) .



شكل ٢٢ - ٩ : التكوين في النطاط . (أ) بيضة مخضرة ، (ب) تفليح ، (ج) الأوتية متناثرة .
 (د) شريط جرثومي محيط بالمح . (هـ) جنين ميكرو ، مصلية ورهمل مدكر .
 (و) جنين متأخر به عقل (ز) جنين ٨ - أيام . (ح) جنين ١٥ - مأ . (ط) جنين ٢٠ - يوماً مسطح نخاعية
 كمون ؛ ١ ، ٢ ، ٣ ، عقل صدرية . (ي) جنين في فترة كمون . (ك) ل ، بلاستوكينيز ، أو الطاق
 الجنين . (م) الجنين قبل الفقس . (ن - م) أطوار الحورية الخمس ، مع زيادة تدريجية في الحجم ، وتكون
 وسائل الأجنحة . (ق) حيوان بالغ بأجنحة . (أ - و) ، قطاعات سمعية عامة . عن يوهانسن وبوت ؛ ز ، ح ،
 مناظر بطنية ، عن سيلفر ، ١٩٣٢ ؛ ك - م ، مناظر جانبية عن بوركهولدر ، ١٩٣٤ ؛ ن - ق ، محورة من
 إمرتون في رايلي ، ١٨٧٨ .

الأرض تضع فيه البيض ، يلتصق البيض مع بعضه البعض ككتلة بيض واحدة . يبدأ النمو في الحال ويستمر لمدة ٣ أسابيع تقريباً حتى يصبح الجنين كامل التكوين . على ذلك فترة راحة ، أو فترة كمون حتى الربيع ، يُستأنف بعدها النمو ، ثم يفقس البيض وتخرج الصغار التي تزحف على سطح الأرض . تعتبر فترة الكمون وسيلة للبقاء على قيد الحياة خلال الظروف الجوية القياسية كالبرودة ونقص الغذاء في فصل الشتاء .

نواة التلقيح داخل ح البيض تنقسم إلى أنوية تفلجية متناثرة . تهاجر هذه الأنوية إلى محيط المح ، وكل نواة تحيط نفسها بسيتوبلازم وجدار خلوية ، تكون الخلايا طبقة طلائية (بلاستودرم) حول المح . تتغلظ خلايا منطقة بطنية محددة مكونة شريطاً جرثومياً يُنتج الجنين فيما بعد ، الخلايا الجانبية والظهريّة تُكوّن الغلاف الجنيني ، أو المصلية ، (شكل ٢٢ - ٩) . عند أطراف وجوانب الشريط الجرثومي ، تتكون ثنيات ؛ تكون طبقاتها الخارجية ، داخل المصلية ، غشاء الرهل ، الذي يحيط بالجنين داخل تجويف رهي تشتمل لأعلى ثلثة بطنية طويلة على امتداد الشريط الجرثومي مكونة طبقة (ميزودرم + ؟ إندودرم) فوق الشريط الجرثومي . تنقسم هذه الطبقة بأخاديد عرضية ، من الأمام للخلف ، إلى سلسلة طويلة من العقل ، التي تُكوّن فيما بعد الرأس وأطرافه ، الصدر وأرجله ، والبطن المعقل . ينشأ المعى الأمامي كحفرة في مقدمة الجسم ، وكذلك ينشأ المعى الخلفي في مؤخرة الجسم بطريقة مشابهة . وفيما بعد يتكون المعى المتوسط من خلايا الإندودرم ، وبذلك تصبح القناة الهضمية قناة مستمرة . تتكون القصبات كإنبعاجات جانبية مزدوجة من الإكودرم . ينشأ الجهاز العصبي من تغمد الإكودرم البطني مكونا شريطين من الخلايا يمتدان طولياً ، تنتج فيما بعد الحبال العصبية ، العقد ، والمخ .

نحل العسل

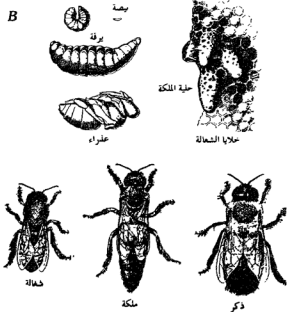
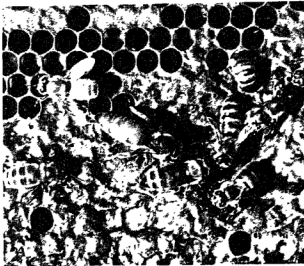
٢٢ - ١٣ حشرة إجتماعية

نحلة العسل ، إيس ميليفرا (رتبة هيمينوبترا) تشبه النطاط في التركيب العام ، إلا أن لها بعض الصفات المميزة . للنحلة أجزاء فم ماضغة وماصة ، كما أن لها تحوراً كاملاً من البرقة دودية الشكل إلى طور العنقاء ومنه إلى الطور البالغ الطيار ، وتتغذى النحلة على الرحيق وحبوب اللقاح ؛ وتعيش معيشة إجتماعية في مستعمرات دائمة تتضمن ثلاث فئات (شكل ٢٢ - ١٠) . الملكة تضع البيض ؛ الذكور ، عملها الوحيد هو تلقيح الملكات الجديدة ؛ وآلاف من الإناث العقيمة ، أو الشغالة ، تقوم ببناء خلايا النحل وحراستها ، وتقديم الغذاء لجميع الفئات ، وخدمة الملكة ، ورعاية الصغار . نحل العسل البرى يعيش في فجوات طبيعية بالأشجار والصخور ، ولكن الإنسان قام باستئناس هذا النوع جزئياً وبنى له خلايا من الخشب . تعيش كل مستعمرة وسط أقراص عمودية من الشمع ، تحوى على خلايا جانبية صغيرة ، تستخدم في تخزين العسل أو حبوب اللقاح ، وأيضاً لرعاية الصغار . تجمع الشغالة الرحيق السائل من الأزهار ، ثم يحدث له تغير كيميائي ويتخزن

كشراب كربوهيدراتي الذي نعرفه باسم عسل النحل . تجمع الشغالة أيضا حبوب اللقاح كمصدر للبروتينات لليرقات أثناء نموها . بالإضافة إلى ذلك ، تجمع الشغالة مواداً صمغية من براعم النباتات تستعملها في سد الشقوق التي بالخلايا وطلائها ، فتحميها من الرياح والماء . شغالة النحل تستخدم أعضاء اللسع في حماية المستعمرة وما بها من عسل صد السرقة بواسطة حيوانات أخرى ، من النحل إلى الدببة .

٢٢ - ١٤ التركيب والوظيفة

جسم النحلة (شكل ٢٢ - ١١) معطى بشعيرات كثيفة ذات شوبريات جانبية تستقر فيها حبوب اللقاح بسهولة . توجد شعيرات غير متفرعة على الأعين المركبة والأرجل . تحمل قصبة الرجل الأمامية شعيرات قوية تعرف بفرشات العين ، وهي تستخدم في تنظيف الأعين المركبة ، أما الطرف البعيد للقصبة فإنه يحمل شوكة مفلطحة متحركة ، أو الشظية . وهذه الشظية تنطبق على ثلثة مبطنة بأشواك على الطرف القريب لرسغ القدم ، مكونة مشط قرن الاستشعار ، يسحب خلاله قرن الاستشعار لإزالة حبوب اللقاح أو المواد الغريبة الأخرى . توجد شعيرات طويلة على القطعة الأولى الكبيرة لرسغ القدم ، تكون فرشاة حبوب لقاح اسطوانية لتجمع حبوب اللقاح من الأجزاء الأمامية للجسم . وفي الرجل الوسطى ، يعمل رسغ القدم المفلطح فرشاة مماثلة لإزالة حبوب اللقاح من الأرجل الأمامية وأجزاء الجسم القريبة ؛ والطرف البعيد الداخلي للقصبة يحمل شوكة تستخدم

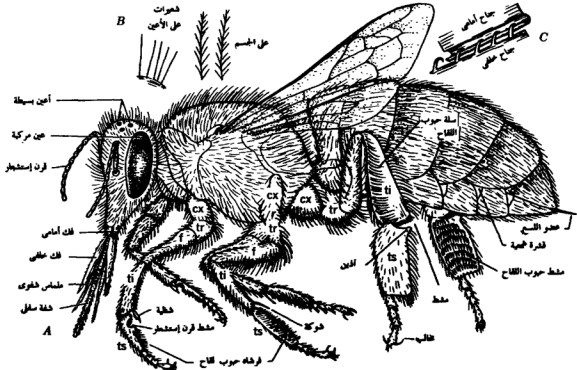


شكل ٢٢ - ١٠ : نخل العسل ، إيس ميليفرا (رتبة هيميتورا) . (أ) صورة للملكة (بطن طويل) ، ذكر (إلى اليسار لأعلى) ، وشغالة ، على قرص به خلايا حضانة مغلقة ومفوحة . (ب) مراحل النمو ، والثلاث فئات البالغة مكبرة قليلاً ؛ جزء من قرص مختزل . (عن فيليبس ، ١٩١١) .

في إنقناط الشمع . في الرجل الخلفية ، القصبة العريضة مقعرة قليلاً للخارج وتغطى بشعيرات مقوسة مكونة سلة حبوب اللقاح . وهذه السلة مشط من شعيرات قوية (يكتين) ، يوجد عند طرفه البعيد ولأسفل مباشرة صفيحة مفلطحة أو أذن على الطرف البعيد لرسغ القدم . يحمل السطح الخارجى لرسغ القدم فرشاة حبوب اللقاح لتنظيف الجسم من الخلف ، كما يوجد على سطح الرسغ الداخل حوالى ١٠ صفوف من الأشواك القوية المعقوفة لأسفل والتي تكون مشط حبوب اللقاح .

تمتد الأجنحة الرقيقة على الظهر أثناء الراحة . عند الطيران ؛ يتشابك الجناحان في كل جانب بواسطة خطافات دقيقة ، تقع هذه الخطافات على حافة الجناح الخلفى وهى تتعلق بميزاب على الحافة الخلفية للجناح الأمامى (شكل ٢٢ - ج) . قد تتذبذب الأجنحة ٤٠٠ مرة في الثانية مع حركة أطرافها في مسار على شكل ∞ . الشغالة لها القدرة على الطيران لمسافات طويلة ، قد تصل إلى ٨ أميال .

تستخدم الفكوك الأمامية للمساء للشغالة في جمع حبوب اللقاح ، كما تساعد في صب الشمع لعمل الأقراص . تكون الفكوك الخلفية والملامس الشفوية أنبوبة حول اللسان الرفيع ، أو الشفة السفلى . يُسحب الرحيق السائل إلى الحوصلة الكبيرة ، أو معدة العسل ، بواسطة حركات اللسان



شكل ٢٢ - ١١ : شغالة نحل العسل . (أ) أجزاء القم ، التراكيب الجامعة لحبوب اللقاح ، وعضو اللسع . (ب) الشعيرات . (ج) آلة تشابك الأجنحة . قطع الرجل ح ر ، حوصه م د ، ملور ف ، فخذ ؛ ق - ، قصبة رقى ، وسع القدم . (منقولة جزئياً عن كاستيل ، ١٩١٢) .

والقوة الدافعة للبلعوم . يوجد خلف الحوصلة ، شفاة مثلثة تكوّن صماماً (سدادة العسل) يمنع دخول الرحيق أو العسل إلى المعدة ، إلا عند الحاجة إليه كغذاء . يتصل بالأمعاء الرفيعة ١٠٠ أنبوبة مليجي تقريباً ، والمستقيم الكبير يساعد في تراكم البراز إلى أن يطرد للخارج عن طريق الشرج بعد مغادرة النحلة للخلية .

عضو اللسع ماعو إلا عضو وضع بيض متحور ، لذلك يوجد في الشغالة والملكات فقط . يتركب عضو اللسع من (١) غمد ظهري مجوف ، و (٢) حرتين بميزاين على سطحهما الداخليين ، يمكنهما الإنزلاق على بعضهما البعض بفعل عضلات عند قاعدتهما الداخليتين ، (٣) ملماسي اللسع الحسيين على الجانبين ، و (٤) كيس سم وسطي كبير مزود بغدتين حمضيتين وغدة قلووية رفيعة . يدفع السائل إلى الجرح الذي تحدثه الحرتان . تموت الشغالة في خلال يومين بعد إستعمالها لعضو اللسع ، إذ ينفصل جهاز اللسع كاملاً ومعه بعض الخلايا المجاورة من الجسم عند اللسع . عضو اللسع الرفيع للملكة يستخدم في نزال الملكات المنافسة ، ويمكن إستعماله لأكثر من مرة .

لكل قرن استشعار قصير حفر شمية عديدة لها حاسة شم حادة ، ولكل عين مركبة أعين بسيطة عديدة (شكل ٢١ - ٦) ، والمخ كبير . يستخدم النحل حاستي الشم والإبصار في معرفة طريقه وفي البحث عن غذائه . ويمكن تدريبه على زيارة مصدر غذاء له رائحة معينة أوله علاقة بألوان خاصة ، عدا اللون الأحمر ، إذ لا يمكن للنحل أن يميز بينه وبين اللون الأسود . تفرز الغدد التي على البطن رائحة عندما يحس النحل بالخطر ، وقد تستخدم هذه الرائحة في تمييز مصادر غذاء جديده في الحقول . نحل العسل له حاسة توجيه جيدة ، وتعود كل نحلة إلى خليتها الخاصة . إذا تغير مكان الخلية ، فإن الشغالة الغالبة تعود للموقع القديم ، ولكن إذا كانت الشغالة موجودة داخل الخلية أثناء عملية النقل ، فإنها تأخذ في الاعتبار الموقع الجديد للخلية عند المغادرة والعودة .

٢٢ - ١٥ الغذاء

النحلة الشغالة ، عند اكتشافها لمصدر غذاء في الحقل ، فإنها تملأ معدتها بالرحيق ، ثم تعود إلى المستعمرة ، وهناك إما أنها تضع الرحيق الذي جمعت أو تغذى به صغار النحل . عندما يكون مصدر الغذاء على بعد أقل من ١٠٠ ياردة (٩٠ متراً) ، فإن الشغالة تؤدي « رقصة دائرية » بأن تدور يميناً ويساراً في تناوب سريع . إذا كان مصدر الغذاء أبعد من ذلك ، فإنها تؤدي رقصة مختلفة تدل بها الشغالة الأخرى على الاتجاه والبعد لمصدر الغذاء . تبدأ الشغالة من نقطة معينة ثم تدور نصف دائرة ، ثم تعود في خط مستقيم إلى نقطة البداية وهي تميز بطنها ، وتدور بعد ذلك مرة أخرى في نصف دائرة في الاتجاه المضاد ، تعود بعدها مرة أخرى إلى نقطة البداية . الخطط العام لهذه الرقصة له شكل ∞ منضغط ، مكرراً عدة مرات . ومع ذلك ، أوضحت التجارب التي أجراها فير ومعلونوه ، أنه على الرغم مما عرف عن « الرقص » و« لغة النحل » المزعومة ، فإنه من الممكن تفسير كل قدرة النحل تقريباً على اكتشاف الغذاء على أساس الرائحة فقط . نوعية المصدر الغذائي

يمكن توصيلها لأفراد آخرين عن طريق رائحة الغذاء العالقة بجسم النحلة أو من الرحيق الذى تم جمعه . يلمس النحل الآخر جسم النحلة المكتشفة بقرون إستشعاره ويتم ذلك فى ظلام الخلية ، ويمكن للنحل أن يجد مصدر الغذاء متتبعاً الرائحة المنقولة بالهواء .

عندما تزور نحلة زهرة ما ، (١) فإن حبوب اللقاح التى تُجمع بالفكوك الأمامية توطب بالعسل و (٢) تخلط مع تلك التى جمعت فوق فرش حبوب اللقاح للأرجل الأمامية ؛ (٣) ثم يؤخذ بواسطة فرش حبوب اللقاح على الأرجل الوسطية التى بدورها (٤) تسحب بين أمشاط حبوب اللقاح للرسغ الخلفى ؛ (٥) بعد ذلك يكشط كل رسغ قدم على الرجل المقابلة لتوضع حبوب اللقاح على مشط السطح الخارجى للأذين ، (٦) عندئذ رسغ القدم على القصبة ، تدفع حبوب اللقاح لأعلى وتُعبأ فى سلة حبوب اللقاح . وبذلك تجمع النحلة كمية كبيرة من حبوب اللقاح اللزجة فى سلتى حبوب اللقاح ، تعود بعدها إلى المستعمرة ، وهناك تدفع بمحملتها إلى الخلية ، ويتم هرسها برؤوس الشغالة الصغيرة . المادة اللزجة تُحمل بطريقة مشابهة ، ولكنها تُنقل بواسطة شغالة أخرى .

يُعالج الرحيق فى معدة العسل بأنزيمات لعابية ، حيث يتحول سكر القصب (سكروز) إلى ديكستروز وليفولوز . عندما تعود الشغالة إلى المستعمرة ، فإنها تُفرغ هذا السائل فى خلية بالقرص ، وهناك يتلعه الشغالة الصغيرة فى فمها وتحمرى عليه تغيرات كيميائية أخرى ؛ ثم تقوم بتبخير الماء الزائد وذلك بالتهوية بواسطة أجنحتها ، وفى النهاية تسد الخلية بالشمع . يتكون عسل النحل فى المتوسط من ١٧ فى المائة ماء ، ٧٧,٥ ٪ سكريات بالإضافة إلى كميات صغيرة من الأملاح المعدنية والإنزيمات وحبوب اللقاح ؛ يختلف لون العسل ومذاقه تبعاً لمصدر الرحيق .

٢٢ - ١٦ التكاثر

الجهاز التناسلى ضامر فى الشغالة ، ولكنه على درجة عالية من التكوين فى الملكات . بعد سبعة أيام من خروج الملكة الصغيرة ، تتزاوج مع ذكر عالياً فى الجو . تنفصل أعضاء الجماع للذكر وتبقى فى الكيس المنسل للملكة ، إلى أن تُزال بواسطة الشغالة بعد عودتها للمستعمرة . الحيوانات المنوية التى نقلت إلى المستودعات المنوية للملكة يجب أن تكون كافية للبيض الملقح التى ستضعه الملكة . تكبر المبايض حتى تملأ بتجويف البطن الطويل ، وفى خلال يوم أو يومين تبدأ الملكة فى وضع البيض . يمكن للملكة التحكم فى عملية الإخصاب . البيض غير المخصب ينتج الذكور (ذات عدد فردى وراثيا ، ١٦ كروموسوم) ، والبيض المخصب يكوّن الإناث (ذات عدد زوجى ٣٢ كروموسوم) . فى الفصل الذى يكثر فيه الرحيق ، تضع الملكة حتى ١,٠٠٠ بيضة يومياً ، وتلصقه كلا فى قاع خلية . البرقة دودية الشكل دقيقة ، وليس لها أرجل أو أعين . تُطعم جميع يرقات بالغذاء الملكى لمدة يومين ، وهو ينتج من الغدد البلعومية للشغالة الصغيرة . بعد ذلك ، تُغذى يرقات الذكور والشغالة بعسل وحبوب لقاح ، بينما تتناول الملكات على الغذاء الملكى ، وبذلك فهى تنمو بطريقة مختلفة كما أنها تصبح أكبر حجماً . تتسلخ كل يرقة عدة مرات وتنمو ، ثم تغطى

خلاياها بالشمع ، وتنسج البرقة حول نفسها شرنقة رقيقة وتنحور إلى عناء ، وبذلك تمر بتحول كامل ، وفي النهاية تنشق غطاء الخلية بواسطة فكها الأماميين وتخرج كمنحلة صغيرة . فترة التكوين تكون محددة وثابتة لكل فئة نتيجة لتنظيم درجة الحرارة داخل المستعمرة .

الملكة : البيض ، ٣ ؛ البرقة ، $\frac{1}{4}$ ؛ العذراء ، $\frac{1}{4}$ ؛ ٧ = ١٦ يوماً

الشغالة : البيض ، ٣ ؛ البرقة ، ٦ ؛ العذراء ، ١٢ = ٢١ يوماً

الذكر : البيض ، ٣ ؛ البرقة ، $\frac{1}{4}$ ؛ العذراء ، $\frac{1}{4}$ ؛ ١٤ = ٢٤ يوماً

تعتبر نحلة العسل للإنسان رمزاً للصناعة والتعاون ، تجمع الغذاء عند توفره لوقت الحاجة في الشتاء . دَفء الربيع يؤدي إلى ظهور زهور مكبرة ، تجمع الشغالة الرحيق وحبوب اللقاح ، تضع الملكة البيض بسرعة ، تظهر شغالة جديدة ويحدث تضخم في أفراد المستعمرة . هذا التضخم يؤدي إلى ظهور الأسراب ، إذ تخرج الملكة القديمة وآلاف الشغالات بأسراب كثيفة وتطير إلى موقع جديد سبق تحديده بواسطة شغالة مكتشفة . يسبق ذلك ، تكون بعض يرقات ملكية في المستعمرة القديمة . عندما تخرج إحدى هذه الملكات ، فإنها عادة تلدغ اليرقات الملكية الأخرى ، ثم تلحق عند الطيران عالياً ، تعود بعدها إلى المستعمرة القديمة لتدعمها بوضع البيض . الملكة يمكنها أن تعيش ثلاثة إلى خمسة مواسم تضع خلالها مليون بيضة . تنتج الذكور عند توافر الرحيق ، ولكن بعد فترة ، مع إتهاء موسم التزاوج ، فإنها تطرد عالياً خارج المستعمرة وتترك تموت جوعاً . العديد من الشغالة التي تفقس في الخريف تعيش حتى الربيع ، ولكن تلك التي تولد مبكراً خلال السنة ، فإنها تستهلك طاقتها بعد أسرع - كالبطارية - وتعيش فقط ٦ إلى ٨ أسابيع

٢٢ - ١٧ المستعمرة

يتكون كل قرص في المستعمرة (شكل ٢٢ - ١٠) من لوح عمودي من الشمع ، مثبت في قمة إطار وجوانبه . خلايا الشغالة ، التي ترى فيها الشغالة ويخزن بها العسل أو حبوب اللقاح ، يبلغ عرضها ٥ م ، أما خلايا الذكور فيبلغ عرضها ٦ م ، وهي تستعمل لتربية الذكور والتخزين . خلايا الملكة كبيرة ، عمودية ، تشبه حبة الفول السوداني ، وتبنى عند حواف القرص السفلي ، وتستخدم في تربية الملكات . يُفرز الشمع على هيئة قشور صغيرة من غد في جيوب أسفل البطن في الشغالة . تستخدم الأقراص لسنتين بعد بنائها ، وهي تنظف وتصل عند إعادة استخدامها .

نحل العسل يكاد يكون هو الحيوانات الوحيدة التي تقوم بعملية « تكييف الهواء » . في فصل الصيف ، يحرك النحل أجنحته بشدة لتبوية المستعمرة ، ولحفاظ على درجة الحرارة في الداخل عند ٣٣°م ، وذلك لتربية الصغار ، كما يعمل على تبخير الماء الزائد من العسل في الخلايا المكشوفة . في الجو الحار الجاف ، يحمل النحل الماء إلى المستعمرة لترطيبها ولتخفيف العسل إذا لزم الأمر . في فصل الشتاء ، يستخدم العسل المخزون كغذاء ، كما يكون تجمعات متلاصقة وتنتج حرارة بواسطة نشاط الجسم وحركة الأجنحة . تتكون هذه التجمعات عند درجة حرارة ١٤°م (٥٧°ف) أو أقل ،

ويمكنها رفع درجة حرارة المستعمرة إلى ٥٢٤م أو ٥٣٠م ، حتى عندما يكون الهواء الخارجي عند درجة التجمد أو أقل .

تختزل مستعمرات النحل عندما ينذر الحريق أو حبوب اللقاح وأيضاً عندما يستهلك العسل المختزن في الشتاء . النحل البالغ يعتبر غذاء للعلاجيم ، والظربان ، والديبة ، وهذه الأخيرة تقبل بشهية على العسل أيضاً . وهناك نوعان من مرض « الفقس الخبيث » وهما خطران ، ويسببان خسارة فادحة للمستعمرات ، ما لم تتم السيطرة عليهما .

حشرات أخرى

٢٢ - ١٨ الشكل والوظيفة (انظر شكل ٢٢ - ١٨ وجدول ٢٢ - ٢)

الأطوار البالغة للحشرات ، عدا القليل منها ، تتشابه في وجود زوج واحد من كل من قرون الاستشعار والأعين المركبة ، رأس ملتحمة ، صدر من ثلاث عقل به ست أرجل (لذلك تعرف الحشرات بسداسية الأرجل) ، وبطن مميز . في نطاق هذه الحدود ، يتباين أفراد مختلف الرتب ، والفصائل ، والأنواع ، تبايناً كبيراً في التركيب التفصيلي والعادات والعديد من صفاتها ، تعتبر تحورات تكيفية لطرق معيشة معينة .

ينتج التلون من مواد صبغية (كيميائية) ، أو تراكيب سطحية (فيزيائية) ، أو من كليهما معاً . بعض المواد الصبغية تترسب في الهيكل الخارجي ، والبعض الآخر في البشرة أو مناطق أعمق منها . الألوان الزاهية لبعض الخنافس ، أبو دقيق ، وغيرها تنتج من التداخل المتباين للضوء الواقع على عروق سطحية مجهرية أو صفائح متوازية من الجليد . العديد من الحشرات لها تلون واق إذ تشابه بيئاتها التي تعيش فيها . بعض الحشرات التي تعتبر سيئة المذاق لها ألوان التحذير ، وهناك حشرات غير ضارة تحاكي في اللون أو المظهر حشرات أخرى سيئة المذاق أو سامة (شكل ١٣ - ١٢) .

الجليد الخارجي يكون غالباً شمعيًا ليس من السهل ترطيبه . الجسم متحور إلى الشكل الانسيابي في بعض أنواع البق والخنافس المائية ، أو منضغط في الصراصير وغيرها التي تعيش في شقوق ، أو مغزلي الشكل في ذباب التين سريع الطيران . الغطاء الشعري لبعض الفراشات لييلة النشاط قد يعمل كمائل ضد البرد ، والشعيرات التي توجد على العديد من الذباب والنحل تستخدم في جمع حبوب اللقاح .

قرون الاستشعار تكون ريشية في بعض البعوض والفراشات ، ومتبانية الأشكال في الخنافس . جميع الحشرات لها أعين عدا بعض اليرقات التي تعيش بعيداً عن الضوء ، بعض الأطوار البالغة التي تقطن الكهوف أو أعشاش النمل الأبيض أو النمل ، بعض القمل القارض ، والأفراد اللاجنسية لبعض النمل ومعظم النمل الأبيض . أجزاء الفم من طرازين رئيسيين ؛ إما للمضغ أو الامتصاص ، كما في النطاط وغلة العسل بالترتيب . العديد من الأنواع التي لها أجزاء فم ماصة تكون مزودة بوسائل

لتلعب الأنسجة ، كما في البعوض والبراغيث التي تقرض حيوانات أخرى ، والمن الذي يتغيب النباتات .

الأرجل متنوعة التحور ، للجرى في خنافس الثور ، للقفز في البراغيث ، للسباحة في بق وخنافس الماء ، للانزلاق في صرار الماء ، للحفر في صرصور الخلد ، وللغزل في الإمبيدات .

الأجنحة تكون عادة رقيقة وغشائية . الأجنحة الأمامية تصبح صلبة كالدرع في الخنافس ، وقد تكون جلدية كما في بعض الأورثوتيرا ، وفي الهيميتيرا يكون النصف الأمامي سميكاً . في الذباب (دييترا) وذكر الكوكسيديا ، ويمثل الزوج الخلفي من الأجنحة بدبوسى توازن دقيقين ، والزوج الأمامى يكون ضامراً في ذكر السيتيلويد . هناك حشرات عديمة الأجنحة كالحشرات البدائية (بروتورا ، ثيزانورا ، إلخ) ، القمل ، البراغيث ، وبعض الأنواع المتطفلة ؛ النمل والنمل الأبيض عديم الأجنحة أيضاً عدا بعض الأفراد الجنسية (شكل ٢٢ - ١٨) . في العديد من الحشرات تكون للجنين أطراف بطنية ، وهي نادرة جداً في الأطوار البالغة عدا القرون وأعضاء الجماع .

العضلات عديدة ومعقدة ، يوجد في يرقة الليبيلوتيرا حوالى ٢,٠٠٠ عضلة . العديد من الحشرات تتمتع بقوة لا تتناسب مع حجمها بالمقارنة بالحيوانات الكبيرة ، فمثلاً ، نحلة العسل يمكنها سحب ما يعادل وزنها عشرين مرة ، كما يمكنها حمل ثقل يعادل أربعة أمماس وزنها أثناء الطيران .

الجهاز الهضمي بين تحورات متنوعة تبعاً لطرق التغذية . الغدد اللعابية للحشرات الماصة للدم تنتج مواداً مانعة للتجلط ، تجل الدم في حالة سبولة أثناء إمتصاصه وهضمه . التنفس يتم بواسطة جهاز قصبي في معظم الحشرات ، ولكنه قد يتم عن طريق غطاء الجسم الرقيق في الكولمبولا ، وبعض البروتورا ، وبعض يرقات طفيلية داخلية . الأطوار البالغة للحشرات المائية التي يمكنها الغطس ، تحمل معها لأسفل طبقة رقيقة من الهواء على السطح الخارجى لأجسامها غير القابلة للبلل ، أو أسفل الأجنحة ، ويستخدم هذا الهواء في التنفس . بعض اليرقات المائية ، كيرقات البعوض ، تمد فتحاتها التنفسية فوق سطح الماء لتنفس ، ولكن يرقات ذباب الكاديس وغيرها لها خياشيم رقيقة - قصبية أو دموية - تأخذ الأوكسجين الذائب في الماء . بعض اليرقات التي تعيش بين المواد العضوية المتحللة في القاع تعاني من نقص الأوكسجين ، لذلك من المحتمل أنها تحصل على حاجتها التنفسية من الأوكسجين الناتج عن عمليات التمثيل الفعائى .

الجهاز العصبي شبيه بذلك بين الحشرات الدنيا وفي العديد من يرقات الأنواع العليا ، إذا أن له عقداً مزدوجة في كل عقلة من عقل الجسم ، ولكن في الأطوار البالغة لبعض الذباب وغيره ، تتركز العقد الخلفية في مكان متقدم بالجسم . بعض الحشرات لها القلعة على إصدار أصوات ، كما في العديد من الأورثوتيرا ، الهيميتيرا ، زيز الحصاد ، بعض الفراشات ، بعض البعوض والذباب ، وبعض الخنافس والنحل . تبتاين ميكانيكية إصدار الصوت ، في البعض تكون مجرد أصوات عرضية صادرة عن الأجنحة عند الطيران . بعض الحشرات تتميز بقدرتها على إنتاج ضوء كالديدان المتوهجة ، البراع (الذباب النارى) ، وغيرها ؛ البعض يعطى إشارات ضوئية متقطعة منتظمة .

٢٢ - ١٩ التوزيع

بعض الحشرات كالذبابة المنزلية تعتبر أكثر الأنواع إنتشاراً في قارة أو أكثر ، في حين أن بعض الأنواع الأخرى لا يتعدى انتشارها بضع أفدنه . تنتشر الحشرات من مناطق في مستوى سطح البحر إلى مناطق يزيد ارتفاعها عن ٢٠,٠٠٠ قدم (٦,١٠٠ متر) في أعالي الجبال . وقد بين المسح بالطائرة أن العديد من الحشرات تعيش في الهواء ، وخاصة أثناء النهار خلال فصل الصيف ، وغالباً لا تتعدى ارتفاع ١,٠٠٠ قدم (٣٠٥ متراً) ، ولكن أمكن الحصول على البعض عند ارتفاع ١٤,٠٠٠ قدم (٤,٢٠٠ متر) وبهذه الطريقة ، تنقل الأنواع بصفة دائمة لمناطق جديدة . بعض الحنافس وغيرها تعيش على شواطئ البحار في مناطق المد والجزر ، وهناك أنواع قليلة من صرار الماء تعيش على سطح المحيط ، أيضاً توجد أنواع قليلة جداً من الحشرات البحرية المغمورة .

٢٢ - ٢٠ الإنتشار الموسمي

تعرض الحشرات التي تعيش على سطح الأرض لتغيرات قصوى في الأحوال الجوية ، لا تعرض لها تلك التي تقطن البحر . لا بد لهذه الحشرات الأرضية أن تتحمل التغيرات الفصلية في درجة الحرارة وكمية الغذاء . العديد من الأنواع تكثر أعدادها في الفصول النافذة ، وتتناقص كثيراً في الفصول الأخرى . البعض ، مثل ذات الغلاف الأصفر تقضي الشتاء كأطوار بالغة تخبئ في بيوت شتوي في مخاض حيث تختزل عمليات الأيض بالجسم بدرجة كبيرة . البيض الآخر يتحمل العيش كعلنارى أو يرقات . في العديد من لأنواع ، تموت جميع الأفراد مع نهاية الفصل الحار ، وتمثل فقط بالبيض الذى ينمو ويفقس في فصل الربيع التالى .

٢٢ - ٢١ القدرات الحسية والسلوك

تستجيب الحشرات للعديد من المؤثرات التي تثير الأحاسيس في الإنسان ، وتشمل الضوء ، المؤثرات الكيميائية (الشم ، التذوق) ، والصوت ؛ ولكن تتباين قدراتها بالنسبة للنوع والكم . تستطيع الحشرات أن تحس بمؤثرات كيميائية ضعيفة لدرجة أنه لا يمكن لأنف الإنسان أو لسانه الإحساس بها . بعض الحشرات تستجيب للأشعة فوق البنفسجية وليس للأشعة الحمراء أو تحت الحمراء . هذه الإستجابات تساعد الحشرات في البحث عن الغذاء والأقران والمخاض لها وليبضها ولصغارها .

تعتبر الانعكاسات أبسط أنواع الاستجابات (فقرة ٩ - ١٦) ، كعمل عضو اللسع للنحلة وهو يتم انعكاسياً عند لمسه حتى بعد فصله عن الجسم . وهناك نوع غير متغير من الاستجابات ، وفيها يتحرك الحيوان تجاه مؤثر أو بعيداً عنه ، وتعرف هذه بالانتحاءات . تستعين الدروسوفيلا بأعضاء الشم في الانجذاب إلى فاكهة زائلة النضج بها محارر تنفذ عليها الذبابة ، وهى بذلك تبدى انتحاءً كيميائياً موجبا للكحولات وأحماض عضوية معينة في الفاكهة المتخمرة . العديد من

الحشرات تجد أقرانها بانتحاء مشابه لروائح خاصة تطلق من الجنس المضاد . الفراشة التى تطير مباشرة إلى لُحْب تبتدى انتحاءً ضوئياً موجياً ، والصرصور الذى يجرى بحثاً عند تعرضه فجأةً لضوء ، له انتحاء ضوئى سالب . اليرقات المائية للذباب الكاديس تبتدى غالباً انتحاء موجياً للتيار ، بأن تسبح فى تيار الماء ورؤوسها للأمام .

كلمة التحرك تستخدم فى وصف الاستجابات الحركية غير الموجهة ، حيث تعتمد سرعة الحركة ومدى الميل على شدة التنبيه . الصرصور ، إلى جانب تجنبه الضوء ، فإنه يبحث أيضاً عن مكان يختبئ فيه - ويعرف ذلك بالتحرك بالاحتكاك . الانتحاء والتحرك وأنواع أخرى من الاستجابات ، تمكن الحشرات والعديد من الحيوانات الأخرى من البحث عن بيئتها الصغيرة والعيش فيها بنجاح وإتمام دورة حياتها .

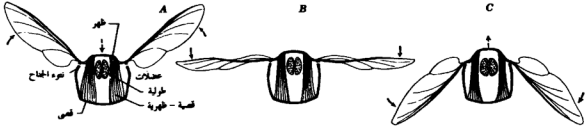
هناك أنواع أخرى من السلوك لدى الحشرات تكون مبنية على الفرائز ، تتركب من سلسلة أفعال إنعكاسية منسقة يقوم بها الكائن الحى . وكمثال للفرائز المتسلسلة تذكر سلسلة الأفعال المعقدة التى يقوم بها دبور بمفرده عند بناء عش ؛ ووضع بيضة وإمدادها بمخشرة مخدرة ، ثم سد الخلية بمهارة بعد ذلك . ولا زالت هناك أوجه أخرى من السلوك فى الحشرات مرنّة أو يمكن تحويرها ، وتستلزم خبرات الفرد التى تسجل كذاكرة عضوية . ومثال لذلك ، نحلة العسل التى تتعلم أن تقارن بين اللون ومصدر الغذاء .

٢٢ - ٢٢ الطيران

الحشرات ، الطيور ، والخفافيش هى الحيوانات الوحيدة التى لها القدرة على الطيران الحقيقى . أجنحة الحشرات (أشكال ٢٢ - ٣ ، ٢٢ - ١٢) هى تراكيب فريدة ، إذ تنشأ كامتدادات من غطاء الجسم ، وهى بذلك تختلف تماماً عن أجنحة الفقاريات الطرفية (شكل ١٣ - ١) . القدرة على الطيران تمكن الحشرات من الهرب من الحيوانات المفترسة ، البحث عن الغذاء والأقران بسهولة ، وضع البيض فى أماكن خاصة بعيداً عن متناول الحيوانات الأخرى ، توسيع مجالات التغذية ، الانتشار والانتقال لأماكن إقامة جديدة .

٢٢ - ٢٣ احفاظة على الماء

عندما تركت أسلاف الحشرات الماء وانتقلت إلى اليابسة والهواء ، فلها تعرضت لتغيرات شبيهة بتلك التى حدثت للبرمائيات والزواحف بالمقارنة بالأسماك . الأعضاء الحسية تحولت لتعمل فى الهواء ، غطاء الجسم الكيتينى أصبح يقاوم فقد سوائل الجسم بالتخر ، والقصبات أمدت الحيوان بوسيلة لتنفس الهواء . جميع الحشرات ، عدا تلك التى تعيش فى البيئات الرطبة ، لا بد لها أن تحافظ على ماء الجسم ، لأنه معرض للفق من طريق التنفس ومع بقايا الطعام الخارجة . الحشرات فى



شكل ٢٢ - ١٢ : حركة الأجنحة عند الطيران في الحشرة . (أ) ضربه لأعلى : إنقباض العضلات القصية - الظهرية يخفض الظهر ويعمل قواعد الأجنحة لأسفل ، يعمل كل على نوء جناحي كركاز . دوران الأجنحة ينتج بواسطة عضلات أخرى . (ج) ضربه لأسفل إنقباض العضلات الطويلة (وغيرها يؤدي إلى بروز الظهر لأعلى ويدفع أطراف الأجنحة لأسفل . (عن سنودجراس)

لتحب الأنسجة ، كما في البعوض والبراغيث التي تقرض حيوانات أخرى ، والمن الذي يثقب النباتات . المناطق المحاطة تستخلص الماء من بقايا الطعام في المستقيم ، كما أنها تحصل على بعض ماء الأيض كنتاج ثانوي لتأكسد الغذاء .

٢٢ - ٢٤ الغذاء

نصف الأنواع المعروفة من الحشرات تعتبر نباتية التغذية ، إذ تتغذى على الأنسجة والعصارات النباتية . يتغذى النطاط على أنواع عديدة من النباتات ، خنفساء البطاطس يقتصر غذاؤها على نباتات فضيلة السولايبي ، يرقات أبو دقيق الملكي تتغذى على الأعشاب البنية فقط ، أما يرقات أبو دقيق النحاس الشائع فإنها تستعمل نوعاً واحداً فقط من نبات الحميض . معظم أنواع النمل الأبيض وبعض الخنافس تعيش أساساً على الخشب ، ولكن البعض منها وأنواعاً معينة من النمل يقتصر غذاؤها على الفطر . وهناك البعض من هذه الحشرات تنتج غذاؤها بنفسها ، أذ تقوم بزراعة وتسميد ورعاية « حدائق الفطر » . الحشرات آكلة الرمة تضم الخنافس ، يرقات الذباب ، وغيرها ، وهي تتغذى على الحيوانات الميتة . الأنواع آكلة اللحوم هي تلك التي تقتنص وتلتهم حشرات وحيوانات أخرى حية .

٢٢ - ٢٥ الحيوانات المفترسة

تفترس الحشرات بالعديد من الحشرات الأخرى والفقاريات ، بالإضافة إلى بعض الشعوب والقبائل . تتعرض الحشرات أيضاً للعديد من الأمراض التي تؤدي إلى التقليل من أعدادها .

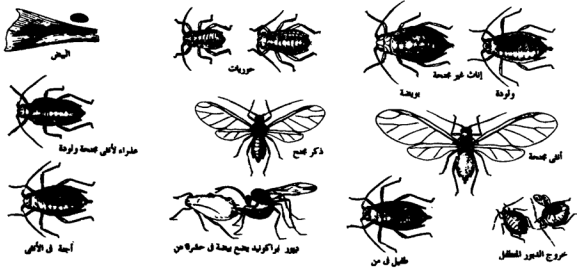
٢٢ - ٢٦ التكاثر

الإخصاب دائماً داخلي . معظم الأنواع بيوضة ، وتضع بيضها فرادى أو في مجموعات ، على الأرض أو بداخلها ، على النباتات أو الحيوانات التي تتغذى عليها يرقاتها ، أو بداخل الأنسجة

النباتية . الأنواع التي لها يرقات مائية ، تضع بيضها في الماء أو قريبا منه . البيض في بعض الأنواع يفقس خلال ساعات قليلة ، في حين أنه في البعض الآخر يحتاج لعدة أشهر . المن وبعض الحشرات الأخرى ولودة ، تنتج صغارا أحياء . ذباب التاكينيد يضع بيضه على حشرات أخرى ويضه يفقس في الحال تقريبا . الصغار الأحياء لذباب التسي تسي والهيوبوسكيد تنمو داخل « رحم » الأم ، وتتغذى بإفرازات خاصة .

التكاثر البكري

أو التكاثر من بيض غير مخصب ، ويوجد في المن ، التريس ؛ الدبابير الحوصلية ، الذباب المنشاري ، وحشرات أخرى ، كما يوجد أيضا في حيوانات أخرى غير مفصليات القدم . أجيال المن في فصل الربيع والصيف تتكون من إناث فقط تتكاثر بكريا ، ولكن فيما بعد ينتج الجنسان بنفس الطريقة (شكل ٢٢ - ١٣) . يتم التزاوج ، وتضع الإناث المخصبة بيضا ، يبقى في حالة سكون طوال فصل الشتاء ، ثم ينتج إناثا في الربيع التالي . وهناك نوع خاص من التكاثر البكري (تناسل الصغار) ويحدث في ذبابة المياسور وحشرات معدودة أخرى ، تُنتج كل يرقة من ٧ إلى ٣٠ يرقة ، وهذه بدورها تغطي يرقات أخرى . بعض اليرقات المتأخرة تتحول إلى عذارى ثم إلى ذباب بالغ ، ذكور وإناث . دبابير الكالسيد التي تنطفل على بيض أبو دقيق والفراشات يوجد بها تكوين جنيني متعدد ، تبدأ البيضة عملية التكوين ، ثم تنقسم إلى ١٠٠ كتلة أو أكثر ، تنمو كل منها إلى يرقة تتحول فيما بعد إلى دبور .

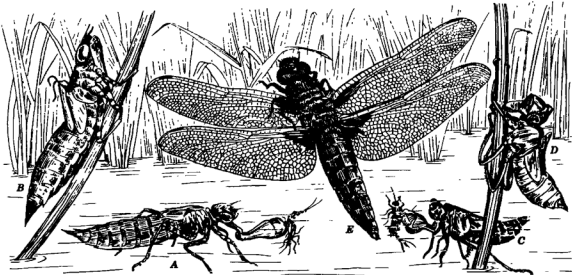


شكل ٢٢ - ١٣ : أطوار في دورة حياة من الحبوب القافز (توكسوجرا جرامينوم ، ذكر بالغ طوله ١,٥ مم) ، حشرة بها تكاثر بكري وتكوين جنسى عادي . مین أيضا تطفل دبور على من . (عن نشرة الحشرات ١٩٠) .

تتطفل بعض يرقات الحشرات على حشرات أخرى ، مثل يرقات ذباب التاكينيد (ديتيرا) ، ودبابير النمس ، البراكونيد ، والكالسيد (هايمنوتيرا) ؛ كما تتطفل السكيليونيد على البيض . الطفيليات تصيب عوائلها بضعف أو قد تقتلها أو تلتف البيض ، وهي بذلك تساعد على الحد من انتشار العوائل ؛ ولكن التناقص في أفراد العوائل يكون مصحوباً بتناقص مماثل في الطفيليات ، وبذلك فإن التغير في الأعداد يكون مماثلاً بين الطفيليات وعوائلها . وقد يصبح هذا الأمر أكثر تعقيداً إذا أخذنا في الاعتبار التطفل الثاني ، حيث تصاب الطفيليات نفسها بطفيليات من أنواع أخرى .

السينيد أو الدبور الحوصلي (هايمنوتيرا) والسييدوميد أو الذبابة الحوصلية (ديتيرا) عبارة عن حشرات صغيرة تضع بيضها داخل الأنسجة النباتية . بعض المواد المخونة أو الناتجة عن نمو اليرقات تؤدي إلى ظهور إنتفاخات مميزة أو حوصلات في النبات المصاب . وهذه الحوصلات لها أشكال وأماكن محددة (الساق أو الورقة) وتتغير تبعاً لنوع النبات العائل ونوع الحشرة نفسها . تنتج الحوصلات أيضاً بواسطة بعض أنواع المن والبيليليد (هوموتيرا) والحلم الحوصلي (القراديات) .

تباين أعداد الصغار في الحشرات المختلفة ، من يرقة واحدة في الفقس الواحد لبعض الذباب الولود ، إلى مليون بيضة تقريباً تضعها ملكة نحل واحدة . يعتبر العدد الفعلي الناتج من أى أنثى أقل أهمية من معدل التزايد العددي ، وهو عال جداً في بعض الأنواع التي لها دورة حياة قصيرة .



شكل ٢٢ - ١٤ أطوار الحياه للذباب التين (رتبة أودوناتا) ، حشرات ذات تحول غير كامل وأطوار تكوينية مائية إيشنا : (أ) حورية تنمى فريسة ، الشفة السفلى ممتدة . (ب) جلد الحورية . ليالولا : (ج) حورية ، (د) جلد الحورية . (هـ) طور بالغ أثناء الراحة والأجنحة ممتدة . (عن برعم) .

ذبابة الكسب (دروسوفلا) ، تضع بيضاً يصل عدده إلى ٢٠٠ من كل أنثى ، وتستمر دورة الحياة الكاملة عشرة أيام فقط ، عند درجة ٥٨٠ ف (٢٦ م) . الذبابة المنزلية قد تكمل دورة حياتها في ٨ إلى ١٠ أيام عندما يكون الجو حاراً . التكاثر المبكر في المن وغيره يؤدي إلى تضاعف سريع جداً للأعداد ، تحت أحوال مثلى للدرجة الحرارة ، الرطوبة ، والغذاء ، الأجيال المتتالية من نسل حشرة من واحدة ، يمكن أن تغطي الكرة الأرضية خلال فصل واحد ، إذا ما عاشت جميعها . !

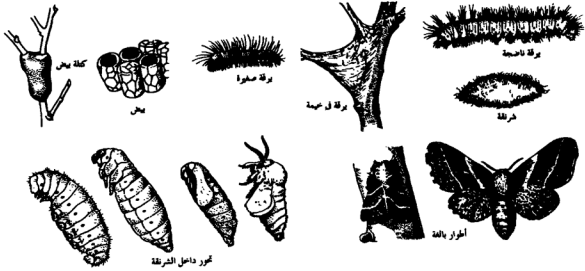
٢٢ - ٢٧ التحوّل والتحوّل

حيث أن الحشرة تعيش داخل هيكل خارجي كالدرع ، فإنه لا يمكنها تغيير شكلها أو زيادة حجمها إلا بعد الانسلاخ ولا تنسلخ الحشرة بعد ما تصل إلى الطور البالغ . الزيادة في الأبعاد أثناء الانسلاخات المتتالية تكون حوالي ١,٤ ، ولكنها تتباين تبعاً لامتداد كل طور . الرتب البائدة من البروتورا إلى السيزانورا تصل إلى شكل وحجم الطور البالغ بتغيرات تدريجية طفيفة وهي لذلك تعرف بالحشرات غير المتحوّلة . الحشرات غير كاملة التحوّل (الأودونات إلى التايزنوتيرا) تتميز بتحوّل غير كامل أو تدريجي (شكل ٢٢ - ٤) . يفقس البيض عن حوريات صغيرة ؛ تشبه الأطوار البالغة إلى حد ما ، ولها أعين مركبة . في الأطوار المتتالية ، أو الأطوار الانسلاخية ، تظهر الأجنحة خارجياً كوسائد جناحية صغيرة تكبر تدريجياً مع الانسلاخات المتتالية حتى تصبح فعالة في الطور البالغ (الحشرة الكاملة) ، في الحشرات كاملة التحوّل (الميكوبترا إلى الهالينوتيرا) ، تخرج الصغار من البيض كيرقات معلقة ، دودية الشكل ، صغيرة ، لها رأس وصدر وبطن متشابهة كثيراً ، وتحمل غالباً أرجلاً قصيرة ، ولكنها بدون أجنحة أو أعين مركبة . تزداد الأطوار اليرقية تكبر في الحجم خلال الانسلاخات العديدة . ثم يدخل كل في طور « سكون كعذراء » داخل الجلد الرقيق الأخير ، في كيس عذراء خاص ، أو في شرنقة . يتحلل العديد من أعضاء اليرقة ويعاد امتصاصها بواسطة خلايا ملتهمة في حين تنشأ تراكيب جديدة للطور البالغ بالتتابع . تم هذه التغيرات الجوهرية قبل خروج الطور البالغ (شكل ٢٢ - ١٥) .

الانسلاخ والتحوّل يسيطر عليهما هرمونات تفرز من الغدة قبل الصلدية والجسم الآلاتي ، خلف المخ . إزالة هذه الغدة في أطوار حرجة في حوريات البق رودفيوس ، يؤدي إلى توقف الانسلاخ (بقرة ٨ - ٢) . وكما هو الحال في هرمونات الفقاريات ، فإن هرمونات الانسلاخ تعتبر لا نوعية ، إذا زرعت غدد حشرة في حشرات من أجناس أخرى ، فإنها سوف تؤثر على انسلاخ هذه الحشرات .

٢٢ - ٢٨ حشرات إجتماعية

معظم الحشرات تعيش معيشة انفرادية ، كل فرد له حياته المستقلة ، تتجمع الذكور والإناث عند التزاوج فقط ، والإناث تترك بيضها أو تموت بعد الوضع . الأنواع التي تعيش في جماعات تتجمع



شكل ٢٢ - ١٥ : تاريخ الحياة ليرقة الخيمة (مالاكوسوما أميريكانا ؛ الطور البالغ ، طوله ٢٠ مم) حشرة ذات نمور كامل . أطوار النمور تم داخل الشرنقة . مقياس رسم مختلف . (عن سنودجراس ، الحشرات ، ١٩٣٠ ، مهداة من سلسلة معهد سميثونيان)

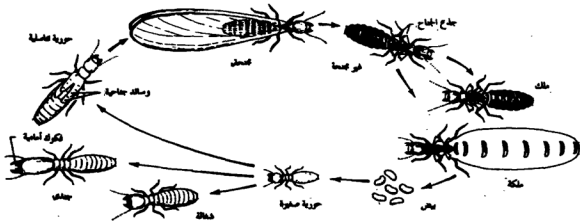
بأعداد كبيرة ، كما في أسراب الجراد وخنافس أوى العيد التى تبيت شتوياً . وفي جميع هذه الحشرات ، لا يتقابل الوالدان بالمرأة أو يريان نسلهما بصفة متطابقة . ولكن هناك حوالى ٦,٠٠٠ نوع من الحشرات ، تبدي غرائز إجتماعية ، حيث تعيش الأنثى أو كلا الأبوين معيشة تعاونية مع صغارها في مأوى مشترك . هذه الحالات ، تبدأ بعلاقات إجتماعية ثانوية ، كما في أنثى حشرة أبو مقص ، التى تحرس البيض ثم الصغار بعد ذلك ؛ الصرصور ، صرصور الغيط ، بعض الخنافس والبق وحشرات أخرى تقوم بنفس العمل . هناك ديور انفرادى يزود الخلايا البيضية الفردية بمحشرات تُستخدم كغذاء لليرقات ، التى تنمو وتعيش مستقلة . تنتشر الحياة الاجتماعية الحقيقية بين جميع أنواع النمل الأبيض والخشب ، وبعض أنواع الدبابير والنحل . تعيش الأنثى ، تبعاً لنوعها ، مختبئة فى التربة ، في تجاويف بالخشب ، أو في عش مبنى ، وغالباً في الظلام تحت درجة حرارة منخفضة ورطوبة منتظمة ، وأثناء ذلك تقل الحركات العضلية والعمليات الأيضية . وللأنثى فترة بقاء طويلة ، وقد يعزى ذلك إلى الظروف المناسبة التى تعيش فيها . ملكات بعض أنواع النمل الأبيض والنمل قد تعيش لعدة سنوات . في الأنواع البدائية ، الأنثى تبقى فقط مع النسل المتتابع أو تطعمهم يومياً . وبدءاً من هذه الحالة ، تتدرج المعيشة الاجتماعية إلى أن تصل إلى حياة المستعمرات المعقدة ، حيث يتم فيها توزيع العمل بين مختلف الفئات (شكل ٢٢ - ١٦) . الارتباط الدائم بين أفراد عديدة بمستعمرة ما يؤدي إلى تكون إنعكاسات وغرائز جديدة مفيدة ، مع تنوع الغذاء ، وربما مع التأثير الهرموني ، بدأ يتكون أصل الفئات . الجماعات الكبيرة اجتماعية المعيشة تحتاج لكميات متزايدة من الغذاء . يبدأ النمل تقدماً في عاداته الغذائية ، مثلما حدث في تاريخ الإنسان . الأنواع الدنيا تقتصر الحشرات أو اللحوم . النمل الرعوى يأوى المن ويرعاه (بقر النمل) ليحصل منه على الندوة العسلية التى يستخدمها كغذاء له .

النحل الحاصد يجمع البذور ويخزنها في الصيف ثمته بالفناء خلال فصل الشتاء . وفي النهاية ، نحل الفطر (أتا) تزرع بنفسها محاصيل نقية من فطريات معينة في حدائق تحت سطح الأرض ، وتسملها المخلفات العضوية . تحمل الملكة عند انتقالها لتأسيس مستعمرة جديدة مخزوناً من البذور الحبيوط الفطرية داخل جيب تحت الفم .

٢٢ - ٢٩ العلاقات بالإنسان

يتأثر كل إنسان تقريباً ببعض الحشرات ، من سكان المدن الذين يأكلون العسل ، ويلبسون الحرير ، ويهشون الذهب إلى إنسان الغابة البدائي الذي ابتل بالقمل والبراغيث والذهاب ، كما قد يأكل الجراد أيضاً . علم الحشرات الاقتصادية يختص بالآلاف الأنواع من الحشرات ذات الأهمية بالنسبة للزراعة ، الغابات ، والصناعات الغذائية ؛ وعلم الحشرات الطبية يختص بتلك التي لها تأثير على صحة الإنسان والحيوانات الأليفة .

هناك العديد من الحشرات النافعة . النحل وغيره ، الذي ينتقل من زهرة لزهرة ليجمع حبوب اللقاح ، لاغنى عنه في التلقيح الخلطي لبراعم التفاح ، الكريز ، العليق ، البرسيم ، ومحاصيل أخرى ، ولولا ذلك ما تكونت الثمار أو البذور . توضع خلايا النحل في البساتين أو الحقول للتأكد من إتمام عمليات التلقيح . تين سميما الذي ينمو في كاليفورنيا ، ينتج زهوراً أنثوية فقط ، ولكي يعطى ثمرلاً جيدة ، فإنه يحتاج إلى التلقيح بحبوب لقاح ينقلها دبور صغير (بلاستوفاجا) يعيش مع نوع من التين غير صالح للأكل . نحل الخلايا بالولايات المتحدة ينتج حوالي ١٠٠,٠٠٠ طن (٩٠,٩٠٠ طن متري) من العسل سنوياً ، يستخدم كغذاء للإنسان ، كما أنه ينتج أكثر من ١,٠٠٠ طن (٩٠٩ طن متري) من شمع النحل ، الذي يستعمل في الطلاء ، وشموع الكنائس ، وصنع المصانع



شكل ٢٢ - ١٦ : أفراد ودورة حياة نحل أبيض . (محروقة من كوفريد ، نحل الأبيض ومقلومه ، مطبعة جامعة كاليفورنيا) .

والموديلات ، وتشميع الخيوط . ينتج الحرير الخام في الشرق وفي أوروبا من دودة الحرير (بومبكس موراي) . ترى اليرقات في مراعي خاصة على غذاء من أوراق التوت الأبيض ، وتغزل كل يرقة شرنقة من الحرير من إفرازاتها اللعابية . تغطي كل شرنقة حوالي ١,٠٠٠ قدم (٣٠٥ متراً) من الخيط ، وتُحَل ٢٥,٠٠٠ شرنقة تقريباً لغزل رطل واحد من خيط الحرير . المملكة التجارية يتم الحصول عليها من إفرازات شبيبة لحشرات اللك أو الحشرات الحرشفية (الكوكسيدا) بالهند ؛ الأصباغ المعروفة بإسم « القرمز » و « اللاك القرمزي » تستخلص من الأجسام الميتة لبعض حشرات الصبار الحرشفية الأستوائية .

العديد من الحشرات آكلة النبات الضاره تُفترس بواسطة عائل لحشرات مفترسة ، مثل الخنافس الأرضية ، ذباب السرفيد ، والدبابير . الحشرات الحرشفية التي تصيب أو تغذى على الموالح وأشجار أخرى ، تفترسها يرقات خنافس أبو العيد ، وتعتبر هذه اليرقات العامل الرئيسي في مكافحة مثل هذه الآفات . بعض أنواع من خنافس أبو العيد تُصدر ، وتترى ، ثم تطلق في البساتين لمحاولة مكافحة الحشرات الحرشفية . ومن أنواع الحشرات النافعة ، تلك الحشرات المتطفلة التي تضع بيضها داخل بيض أو صغار حشرات آكلة النبات وتسبب يرقانها الموت لتلك الحشرات آكلة النبات ؛ والبعض من هذه الحشرات المتطفلة ترى صنعاً ثم تطلق بعد ذلك لتساعد في « مكافحة البيولوجية » للأنواع الضارة . ولسوء الحظ ، فإن البعض من هذه الطفيليات يصاب بدوره بطفيليات ثانية ، تبطل التأثير المفيد لهذه الأنواع الطفيلية الأولى .

من الحشرات النافعة الأخرى ، الخنافس الرمامة والذباب الزمام التي تقوم بتنظيف الروث والأجسام الميتة للحيوانات . يضع ذباب اللحم كميات من البيض في جيف الحيوانات ، واليرقات النهمة لاتبقى على شيء عدا الجلد والعظم . النمل ، النمل الأبيض ، والخنافس تلتهم ببطء بقايا الأشجار الميتة والنباتات الأخرى ، غير أن النمل الأبيض يسبب أضراراً بالغة للمباني والأشغال الخشبية . وفي النهاية ، فإن العديد من الحشرات تكون نافعة بطريق غير مباشر ، إذ تعتبر غذاء للأسماك ، طيور الصيد ، الثدييات ذات الفراء ، وفقاريات برية أخرى ، وأحياناً للدواجن الأليفة .

أنواع عديدة من الحشرات الضارة تصيب المحاصيل الزراعية ، الغابات ، حدائق الزهور والفواكه ، الأغذية المخزونة ، وممتلكات أخرى ؛ وهناك أنواع أخرى تؤثر على راحة وصحة الحيوانات البرية والأليفة والإنسان . الضرر العام الذي تسببه هذه الحشرات قدرت قيمته بأكثر من بليون دولار سنوياً في الولايات المتحدة لكل نبات زراعي أكثر من آفة حشرية ، ولكل محصول هام كالنرة ، القطن ، القمح ، والطباق فة أو أكثر من الآفات . وتسبب هذه الآفات استنزافاً مستمراً للأموال العامة نتيجة تلف أو فقدان المحاصيل ، وأيضاً لتكاليف المكافحة بالسموم بالرش ، والتعفير ، وبالطفيليات . ومن أهم الآفات المستوطنة ، خنفساء البطاطس الكولورادو ، بق القمح والشعير ، والنطاط ؛ ومن الآفات الدخيلة ذباب هسيان للقمح ، ثاقب الفرة الأوربي ، سوس لوز القطن ، وفراش التفاح يقوم الحجر الصحي الفيديرالي والولايات المختلفة بالحد من انتشار البعض

من هذه الحشرات .

أغذية الإنسان ثلثهم أو تُتلف بواسطة الحمل والصراصير والسوس ، وتُلوث بواسطة الذباب المنزل ، الغلال المختزنة تتلف بواسطة سوس الحبوب والفراش ؛ الملابس الصوفية ، السجاجيد ، الفراء والريش تهرأ بواسطة فراش الملابس وخنافس الأبطسة ؛ والكتب تتلف بواسطة العثة الفضية ، يرقات الخنافس ، والتمل الأبيض . بق الفراش ، ذباب الاسطبلات ، البعوض ، والبراغيث تلدغ الإنسان وحيواناته ؛ هجمات القمل القارض تسبب أضراراً للدواجن وحيوانات المزرعة ؛ ذباب التابانيد الماص للدم يسبب أزعاجاً للخيول ، وأيضاً الذباب القرقي يسبب نفس الشيء للماشية ؛ يرقات ذبابة الخيل تحدث تهيجاً في معدة الخيل ، ويرقات ذباب الثور المغنى تحفر في ظهور الماشية ، مسببة فقد اللحم وإصابة الجلد .

العديد من الحشرات وبعض القراد تعمل كمواثِل متوسطة لأُمراض متنوعة تصيب الإنسان والحيوانات الكبيرة والنباتات ؛ ومبين في جدول ٢٢ - ١ بعض الأمثلة الهامة .

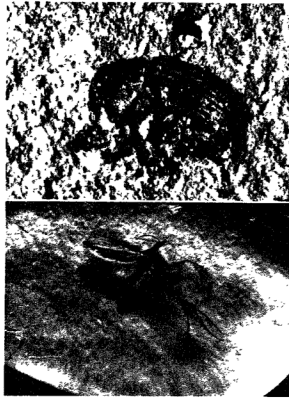
مكافحة الحشرات الضارة أصبحت أكثر صعوبة الآن ، لأن العديد منها تكونت لديه مناعة لبعض السموم الصناعية . ومن المتوقع أن مكافحة الآفات في المستقبل سوف تعتمد بدرجة كبيرة على برامج متكاملة تتضمن الجمع بين مبيدات الآفات والمكافحة البيولوجية .

جدول ٢٢ - ١

أمثلة لأُمراض تنتقل بواسطة الحشرات والقراد

المرض	الكائن المسبب للمرض	الناقل	الرتبة
- مرض شجر الدرदार	سوروسوملا (فطر)	خنافس القلف	عمدية الأجمة
المولدى		(سكوليس)	(كولوتيرا)
- ذبول الحيار	ليزوبيا تراكيهلا	خنافس الحيار	عمدية الأجمة
		(دياپروتيكا)	(كولوتيرا)
- التجدد القمي	فيروس	نطاط ورق	
لجنر السكر		النجر (سيروكوليفر)	هوموتيرا
- الحمى الصفراء	فيروس	بعوضة	ديتيرا
للإنسان		(أنيلس إيجينا)	
- الطاعون الدمل	باستوريلاستس	براغيث	سيفونانيرا
للقران والإنسان		(زنبوسلا وغيرها)	
- فولا زما	باستوريلا تولا زنس	ذبابة الغزلان	ديتيرا
		(كرجوس) وغيرها	
- حمى التيفوس	ركيتسيا	قمل الجسم	أنوبلورا
للإنسان		(ميديكيولس)	
- ملاريا الإنسان	بلازموديوم	بعوضة (أنوفوليس)	ديتيرا
- مرض شاجلس	تريمانوزوما	البق (تريانوما)	هيميتيرا
كروزي			

مرض الفيلاريا	فوشيروبا بانكروفي	البعوض (كوليكس وغيره)	ديترا
- دودة الكلب الشرطية	دهيلديوم كانيوم	قمل (ترايكودكس) وبراغث	مالوفاجا سيفونانيرا
- حمى جبال روكي الموهنة للإنسان	ديرماسستروكزيبوس ريكتيس	فرااد (ديرماستور أندرسوني)	القراديات
- حمى الماشية التكسسية	بايزيانيهيمينا	فرااد (بوفيلوس أنولانس)	القراديات



شكل ٢٢ - ١٧ : أمثلة لحشرات حفرية أوليجو سييه . لأعلى ، خنفساء (سوس) ، ٧X في صخور طفلية عند فلوريسانت ، كولورادو . لأسفل ، بعوضة قطر ، $\times \frac{1}{3}$ في كهрман (راتنج حفري) ، من سيموجرفل ، المكسيك .

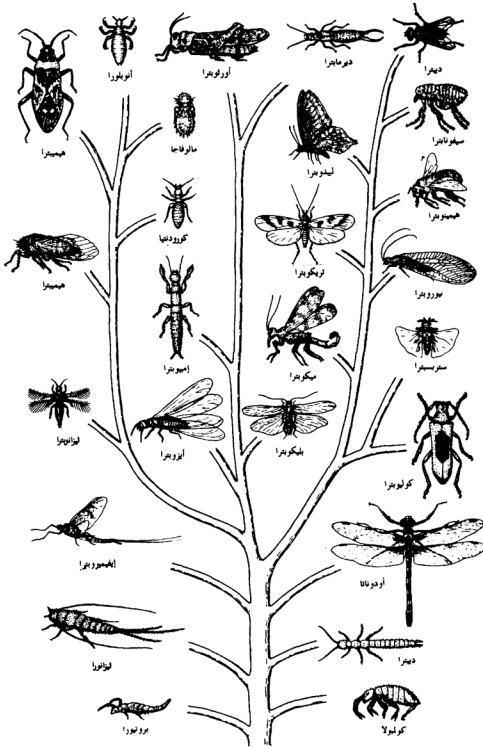
٢٢ - ٣٠ الحشرات الحفرية

على الرغم من طبيعة الحشرات الهشة ، فقد وجدت بقاياها كحفريات في استراليا ، الصين ، روسيا ، أوروبا ، والولايات المتحدة ، وقد وصف ما يزيد عن ١٠,٠٠٠ نوع . الحشرات عديدة الأنجنحة البدائية الأولى (كولمبولا) سجلت منذ العصر الديفوني ، وعمرها ٣٥٠ مليون سنة تقريبا . الحشرات المجنحة الأولى وجدت في الصخور الكربونية العليا ، عمرها ٣٠٠ مليون سنة

جدول ٢٢ - ٢
رتب طائفة الحشرات

صفات الحشرات البالغة ، الشذوذ في الأجنحة أو صفات أخرى محذوفة

الصفات الميزة	الأجنحة		أجزاء الفم		الرتب والأسماء الشائعة	الصور	تمت تعبئة
	الخلفية	الأمامية	الماسة	المحاذفة			
لا توجد قرون استشعار	لا توجد		C	١ - برونورا	عذبة الصور	الحشرات عذبة الأجنحة	الحشرات عذبة الأجنحة
رسوك على البطن	لا توجد		C	٢ - كوليرا - ذات الدب القنفذ			
كلابان أو قربان على البطن	لا توجد		C	٣ - ديلورا - حاميحه			
سد معطي بمخاض دقيقة ، ثلاث دوائر على البطن	لا توجد		C	٤ - لوانورا - ذات الدب الشعري			
حشرات كبيرة ، الأجنح كبيرة ، لا توجد قرون	عشائية ، غير مطوية ، متشابهة تقريبا		C	٥ - أودونا - ذباب الصبي	ذات قرون طويلة كمثل الحشرات حشرات فا آين مركبة ، الأجنحة كمثل حشرات	الحشرات عذبة الأجنحة	الحشرات عذبة الأجنحة
أجزاء الفم الزرية ، ٥ الدوائر ، ٢ أو ٣	عشائية ، غير مطوية		C	٦ - إيمبوريرا - ذباب مايو			
توجد قرون عادة	رفيعة	٤ أو لا توجد عشائية	C	٧ - أورورا - الصراصور والقطا			
مائل في نهاية البطن	رفيعة ، مروحية	صلبة ، قصيرة الشكل	C	٨ - دومانرا - أبو عصف			
قربان طويل	مطوية ، أعرض	عشائية ، صلبة	C	٩ - بليكونيرا - ذباب الحجر			
الأفراد الجنسية منفردة ، الأفراد الجنسية متشابهة ، عذبة اللون	الأفراد جنسية متشابهة ، الأفراد أخرى عذبة الأجنحة		C	١٠ - أورورا - الحبل الأبيض			
رسميات القدم للأرجل الأمامية كبيرة وتستخدم في الذكر بمحض ، الأجنح عذبة الأجنحة	الذكر بمحض ، الأجنح عذبة الأجنحة		C	١١ - إيمبوريرا - إبيدات			
حشرات دقيقة مضطحة ، الرأس عريضة	لا توجد		C	١٢ - مالقوفا - قمل قارض			
سرات دقيقة ، مضطحة ، أجزاء الفم قاذبة للارتداد ، الرأس صلبة	لا توجد		S	١٣ - أنوبورا - قمل ماص			
• ملقط ، فك	• مطوية على البطن عند الراحة ، أو لا توجد		C	١٤ - كورودنيا - قمل الكلب			
دقة ملتفة ، قاعدة الخرطوم في مقدمة الرأس	عشائية	صف جلدية	S	١٥ - هيميرا - الق الحظي			
قاعدة الخرطوم ملاصقة للصدر	الشكل متماثل ٤ ، ٢ ، أو لا توجد		S	١٦ - هيميرا - الق الحظي			
رسميات القدم متماثلة الشكل	الحواف تحمل شعيرات		S	١٧ - لوانورا - الفرس			
الرأس شبه مكشفر ، قرون قصيرة	عشائية ، على البطن عند الراحة ، متشابهة تقريبا		C	١٨ - ميكورا - ذباب الطرب			
لا توجد قرون	عشائية ، على البطن عند الراحة ، متشابهة تقريبا		C	١٩ - ميورورا - أسد الحبل ذباب دوسوس			
أجنحة ، مضطحة شعيرات	عشائية ، على البطن عند الراحة		C	٢٠ - تريكونيرا - ذباب كاديس			
المركب الخلفية متحركة إلى خرطوم ملتصق للصدر	مطوية بمخاض دقيقة متراكمة		S	٢١ - ليمونيرا - الفراش ، أبو دقيق			
ديوسا نوارس يملأ على الحجاب الخلفي	لا توجد أجنحة خفية		S	٢٢ - دينيرا - الذباب الخفي			
حشرات صغيرة ، الجسم مضطرب من الجانبين	لا توجد		S	٢٣ - سيمونيرا - براغيث			
مقعر الصدر كبير ، وسط الصدر ضامر	عشائية ، مطوية	صلبة ، عذبة الصق	C	٢٤ - كولونيرا - حائل سوس	ذات قرون كمثل الحشرات حشرات فا آين مركبة ، الأجنحة كمثل حشرات	الحشرات عذبة الأجنحة	الحشرات عذبة الأجنحة
الأنثى ذوية الشكل ، الرأس والصدر متجانس	جاذبان خلفيان فقط في الذكر ، ولا توجد أجنحة في الأنثى		C	٢٥ - سيمونيرا - سيمونير			
قاعدة البطن متضخمة عادة	عشائية ، روجان أو لا توجد		C	٢٦ - هاليمونيرا - الحبل ، الدناور			



شكل ٢٢ : ١٨ : رتب الحشرات . مثال لكل في تسلسل تطوري افتراسي ، مشيراً إلى علاقات محتملة بين الرتب المختلفة . (قارن جدول ٢٢ - ٢) .

تقريبا ، وتتضمن الباليوديكتيونترا ، وقد استمرت في العصر البيرمي ؛ وغيرها (بلاتيريا) وثيقة الصلة بالصراصير الحية . البروتودوناتا تشبه دباب التنين ، وبعض (الميجانيورا) بلغ عرض جناحيها ٢٨ بوصة (٧١ سم) ! . ست رتب حية ترجع إلى العصر البيرمي ، والأخرى ظهرت في الحقب الأوسط . نشأة اليابسة ، الأجواء الباردة ، وظهور نباتات البذور الموسمية في تلك العصور كانت الحافز لتطور العنقري لتتحمل الظروف الصعبة ، ولأن ذباب العقرب (ميكوترا) في بداية ظهوره كان شديد الشبه بالأنواع الحية الآن ، فقد رأى البعض أن التحور الكامل كان إنتماً مبكراً . وقد بينت البقايا الحفرية أن الرتب كانت تتباين في أعدادها النسبية ؛ الحنافس (كولوبترا) تضمنت ١٪ من الحشرات البيرمية المعروفة ولكنها الآن تكون ٤٠٪ من جميع أنواع الحشرات (شكل ٢٢ - ١٨) . الذباب (دييترا) كان ٠,٣٪ في العصر البيرمي ، ٥٪ في العصر الميزوزوي ، ٢٧٪ في العصر الثالث ، والآن يكون ١٠٪ من الأنواع المعاصرة .

الكهرمان الشفاف (راتنج حفري) لعهد الأوليجوسين الأدنى ، الذى يوجد عند شاطئ البلطيق بأوربا ، يحتوى على حشرات عديدة تظهر بها التفاصيل الخارجية بشكل جيد ، ويمكس رؤيتها بسهولة . الفصائل والأجناس المعاصرة شائعة ، كما توجد أيضا الأنواع الحفرية . ثمانية أنواع من النمل تتماثل تركيبيا مع أنواع معاصرة ، ويدل ذلك على أنها عاشت ٣٠ مليون سنة . يوجد بالنمل ظاهرة تعدد الأشكال ، والبعض تعلم تربية قمل النبات . توجد فونا حشرية حفرية وافرة محفوظة عند فلوريسانت ، كولورادو ، بالقرب من بايكس بيلك ، في رواسب بحيرة أوليجو سينية من رمل ورماد بركاني والذى تحول إلى طفل فيما بعد (شكل ٢٢ - ١٧) . معظم الأجاس الحشرية للعصر الثالث ما زالت تعيش للآن ، والبعض منها إنقرض ، البعض الآخر (مثل دباب تسي تسي ، جلوسينا) أصبح الآن أقل إنتشارا .

مراجعة

- ١ - ما هي أهم الصفات المميزة لحشرة بالغة غموضجية ؟
- ٢ - ما هي الصفات التركيبية والوظيفية التي مكنت الحشرات من العيش بنجاح على الأرض ؟
- ٣ - صف أجزاء الفم الماصغة لنطاط ، موضحاً ترتيب الأجزاء ووظيفة كل منها . قارن هذه بأجزاء الفم الماصة لنحل العسل .
- ٤ - كيف تطير الحشرات ؟ هل تتشابه الحشرات في الطيران أو تركيب الجناح مع حيوانات أخرى ؟ كيف يتكون الجناح ؟
- ٥ - إشرح دوران الدم في جسم حشرة ، وهل الجهاز مفتوح أو مغلق ؟
- ٦ - قارن الجهاز القضي للحشرة بالجهاز الدموي الناقل لحيوان فقاري بالنسبة للتنفس . كيف يتحور كل جهاز للمعشة في الماء ؟
- ٧ - ما هي أنابيب مليجي ؟ هل هناك تراكيب مشابهة في حيوانات أخرى ؟
- ٨ - ما هي أقرب شعبة يمكن مقارنة الجهاز العصبي بها بالجهاز العصبي للحشرات ؟
- ٩ - صف الآتي مع ذكر مثال لكل : غموض بدون تحور ، تحور غير كامل ، تحور كامل . عرف الحورية ، العذراء ، الطور الانسلاخي ، الانسلاخ ، الشرنقة .
- ١٠ - قارن بين أجزاء الجهازين التناسليين الذكري والأنثوي لنطاط . ماذا يقصد بفترة السكون في بيضة النطاط ؟
- ١١ - كيف يحدد الجنس في نحل العسل ؟ ما هي المعاملة الخاصة التي تلاقيها يرقات النحل التي ستصبح ملكات بالمقارنة بالشغالة ؟
- ١٢ - إشرح الأسس الفيزيائية والكيميائية للتلون في الحشرات ما هي المحاكاة ؟
- ١٣ - عرف التكاثر البكري ، تناسل الصغار ، التكاثر بوضع البيض ، التكوين الجنيني المتعدد ، الطفيل الثاني .
- ١٤ - بأي شكل تكون الحشرات الآتية مفيدة للإنسان : نحل العسل ، دبور البلاستوفاجا ، دبور البراكوتيد الطفيل ، حشر اللاك ، خنفساء أبو العيد ، ذباب اللحم ، النمل الأبيض ؟

الفصل الثالث والعشرون

مقدمة للحبلات

تحتوى شعبة الحبلات على القريبات (الذيلحبلات) ، السهم ، والفقاريات - اللامبرى ، والقروش والقوبيات ، والأسماك العظمية ، الرمائيات ، والزواحف ، والطيور ، والثدييات ، وعادة ما تكون الحبلات الدنيا صغيرة الحجم ، وجميعها تعيش في المياه الملحة ، ومعظم القريبات تكون جالسة . وتضم الفقاريات من الناحية العملية جميع الحيوانات ذات الحجم المتوسط والحجم الكبير ، فهي تضم بعض القروش والحيتان الضخمة ، وتحتل الفقاريات كل أنواع البيئات في الماء المالح والعذب وعلى الأرض ، فمعظم الزواحف ، والطيور والثدييات تعيش حقيقة على الأرض . ويوضح جدول ٢٣ - ١ الأقسام الرئيسية لشعبة الحبلات .

٢٣ - ١ المميزات

الحبلات حيوانات ذات تماثل جانبي ، بثلاث طبقات جرثومية ، وجسم معقل من الأصل ، وقناة هضمية كاملة ، وسيلوم جيد التكوين ، وتميزها عن كل الحيوانات الأخرى ثلاث مميزات بارزة - حبل عصبي مفرد ، ظهري وأبوي ، حبل ظهري ، وفنحات خيشومية في البلعوم (شكل ٢٣ - ٢) .

الحبل الظهري هو أول تركيب دعامي لجسم الحيوان الحبل ، يتكون في الجنين المبكر فوق القناة الهضمية البدائية كقضيب رفيع من الخلايا ويحتوى على مادة خلالية جيلاتينية ، ويغلف بنسيج ضام ليفي ، ويوجد في القريبات (الذيلحبلات) في الذيل وذلك خلال أطوار البرقة فقط . ويمتد في السهم والحيوانات المتقدمة بطول الجسم تقريبا ، ويبقى طوال الحياة كالدعامة المحورية الرئيسية في السهم واللامبرى ، ولكنه في الفقاريات الأخرى يحاط أو يستبدل بالعمود الفقاري (شكل ٢٣ - ١) .

يتكون الحبل الشوكي على السطح الظهري للجنين المبكر بعد طور الجسترولاً مباشرة ، إذ ينتج عن إنشاء الإكتودرم للدخل أنبوبة مفرغة (حبل) تقع فوق الحبل الظهري . تكبر نهايتها الأمامية كحوصلة تحمي بسيطة في يرقة القريبات وفي السهم ، ولكنها تتغلظ وتتوسع مكونة الدماغ الذى

جلد ٢٣ - ١ :

الأقسام الرئيسية لشعبة الحيليات

<p>القربيات</p> <p>الحبل الظهرى والحبل العصى فقط في الورقة . الحيوانات البالغة توجد في قربة مفردة</p> <p>لارفاشيا : كالن يرقى دقيق يشبه أبو ذنية يستبقى كحيوان بالغ ، القربة مؤقفة ، فتحات عشومية</p> <p>أسيدياشيا الأسيديات : القربة قليلة ذات عضلات معبرة ، فتحات عشومية عديدة</p> <p>سالياشيا . ساليات : ساجية القربة شفاقة ذات أشرطة من العضلات الدائرية</p> <p>الرأسحليات</p> <p>الحبل الظهرى والحبل العصى على طول الجسم ودالمان كما هي الفتحات</p> <p>ليوتاكودي : السهم . رقيق ، يشبه السمكة ، مفصل ، البشرة من طبقة واحدة ، لا توجد قشور ، فتحات عشومية عديدة</p>	<p>الفقاريات</p> <p>لها جمجمة (قريوم) ، أقراس حشوية ، فقرات ودماغ</p>
<p>أوستراكودرمي : أسماك مدرعة قديمة ، القشور كبيرة غالبا ما تلحم مكونة درعا رأس صدر اللافكيات : دائريات القدم . الجلد بدون قشور ، اللحم عاصر . الحياشيم من ٥ - ١٦ زوجا</p> <p>بلاكودرمي : أسماك قديمة ، فكوك بدائية ، فتحة عشومية كاملة أمام اللامي</p> <p>الأسماك العسروية : القروش والقوبيعات . الجلد مزود بقشور قرصية ، الهيكل من العضروف ٥ - ٧ أزواج من الحياشيم في فتحات منفصلة</p> <p>الأسماك العظمية : الجلد مزود بقشور دائرية أو مشطية ، ٤ أزواج من الحياشيم في تجويف عام تحت غطاء الحياشيم</p>	<p>فرق طائفة الأسماك</p> <p>الزعانف مزدوجة ، حياشيم والجلد مزود بقشور</p>
<p>الروماتيات : جلد رطب ، لين ، لا توجد قشور خارجية</p> <p>الزواحف : جلد جاف ، بمخاشيف أو دققات</p> <p>الطيور : الجلد مزود بالريش ، الأطراف الأمامية أجنحة ، ذات دم حار</p> <p>الثدييات : الجلد مزود بالشعر ، ذات دم حار ، ترضع الصغير</p>	<p>فرق طائفة رباعيات الأقدام</p> <p>أطراف مزدوجة ، رئات ، جلد متقرن ، وهيكل عظمي</p>

يتعقد تدريجياً في الحيوانات المتقدمة ، في القريات يتحلل الحبل العصبي والحوصلة ولا يبقى إلا عقدة وذلك عند التحور ، من اللامبري فضاءاً يصبح الحبل العصبي بعد ذلك محاطاً بالأقواس العصبية للفقرات لتحميه من الإصابة ، ومحاط الدماغ بصندوق الدماغ أو القرنيوم (الجمجمة) .

تنشأ على جانبي البلعوم في الجنين أكياس خيشومية مزدوجة ، ويتكون كل منها بنشأة جيوب خارجية من اندوادم البلعوم يقابلها جيوب داخلية من اكتودرم السطح الخارجي للجسم ، ويتقرب الجدار المعارض بينها مكوناً فتحات خيشومية ، ويظهر التكوين المتميز في القرش أو أبه سمكة أخرى ، حيث تحف بكل فتحة منها خيوط رقيقة تحتوى على أوعية دموية مكونة الخيشوم . يمر الماء المذاب به الأوكسجين إلى داخل الفم والبلعوم ثم إلى الخارج ماراً على الخيوط حيث يخرج الدم ثانياً أوكسيد الكربون ويحصل على الأوكسجين ، وبذلك يقوم الخيشوم بعملية التنفس الخارجي . تنفس جميع الحليات المائية من القريات حتى البرمائيات بواسطة الخياشيم . في البرمائيات التي تتحول من الرقات المائية إلى حيوانات بالغة تنفس الهواء تخفى الخياشيم عند التحور . تنشأ أثناء الحياة الجنينية الأولى للزواحف ، والطيور والثدييات عدة أزواج من الأكياس الخيشومية ولكنها لا تؤدي عملاً وسرعان ما تنقل ، بعد ذلك تتكون الرئات في كل هذه الحيوانات لتنفس الهواء عندما تنفقس أو تولد .

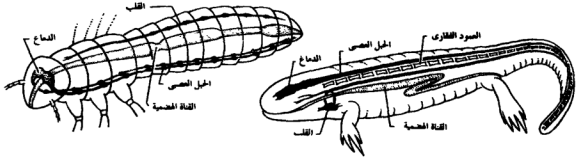
الحليات الدنيا تحت شعبة الذيلحليات (القريات)

تسكن القريات البحر ، من المحيطات القطبية حتى خط الاستواء ، ومن مياه السواحل الضحلة حتى أعماق تصل إلى ثلاثة أميال (٤,٨ كيلو متراً) بعضها تعيش حرة ، بينما تصبح الأخرى مثبتة (جالسة) بعد طور يرق حر قصير ، بعضها وحيد ، والآخر في مستعمرة ، والبعض مركب حيث يتجمع الأفراد في غلاف عام . وهي تختلف في الحجم من أشكال ميكروسكوبية إلى أخرى يصل قطرها إلى قدم . ويعرف منها ١,٣٠٠ نوع ، وتختلف طرق تكاثرها فالبعض يتكاثر جنسياً والبعض الآخر لا جنسياً بالتبرعم ، وأشهر القريات هي حاقنات البحر أو الأسيديات التي عندما تلمس فجأة تحقن الماء من فتحات في غطاء الجسم .

يمكن فهم القريات بطريقة أحسن بأخذ يرقة الأسيديا الحرة في الاعتبار أولاً وبعدها يدرس الحيوان البالغ ، إذ توضح اليرقة بميزات الحليات ، ولكن بعضها يغيب في الحيوان البالغ ، ويحجب البعض الآخر كمحور لطريقة الحياة الجالسة .

٢٣ - ٢ يرقة الأسيديا

تنفقس من البيضة الصغيرة الملقحة يرقة طليقة في السباحة تشبه إلى حد ما أبا ذنبية (يرقة الضفدع) . يحتوى ذيلها على جبل ظهري دعامي ، حبل عصبي أنبوي ظهري ، وأزواج من العضلات الجانبية المعلقة ، وتنحصر الأعضاء الأخرى في رأس كبير أمامي + منطقة الجسم . تحمل النهاية الأمامية ثلاثة من الغدد المخاطية اللاصقة . القناة الهضمية كاملة لها فم ، وفتحات خيشومية

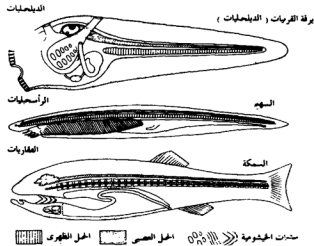


شكل ٢٣ - ١ : الفروق الأساسية بين (أ) حيوان لا حلي (الحشرة) و (ب) حيوان حلي (سalamندر) بالنسبة لوضع الجهاز العصبي، القناة الهضمية والقلب، تخطيطيا.

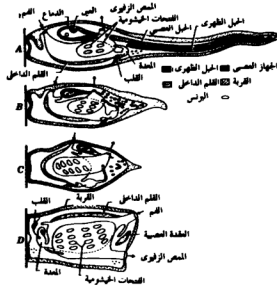
متقوية، وقلم داخلي، وأمعاء وفتحة شرج، يوجد جهاز دوري بأوعية دموية، وسيلوم. الجهاز العصبي (متصلا بالحبل العصبي في الذيل) والتراكيب الحسية تتضمن (١) حوصلة مخية أو دماغ وخلفها (٢) عقدة جذعية، و (٣) عين وسطى لها شبكية، وعدسة وصيغ، وقرنية، و (٤) حصة سمعية ملونة، أو أذن، ملتنصقة بخلايا شعرية رقيقة.

٢٣ - ٣ التحور

بعد ساعات أو أيام قليلة من الحياة الحرة تلتصق اليرقة الصغيرة عموديا بصخر أو مبنى رصيف (شكل ٢٣ - ٣) وذلك بواسطة غددها اللاصقة. يتبع ذلك تحول سريع (تحور متقهقر) تختفي خلاله معظم صفات الحليبات. فيمتص جزء من الذيل بينما يطرح الجزء الآخر بعيدا. ويسحب الحبل الظهرى والحبل العصبي، والعضلات الموجودة بالذيل إلى داخل الجسم حيث تمتص. وتبقى



شكل ٢٣ - ٢ : شعبة الحليبات : الصفات الأساسية لتحت الشعب الثلاثة، تخطيطيا.



شكل ٢٣ - ٣ : تحت شعبة الذيليات . أطوار في محور الأسيديا البسيطة من الورقة حرة السباحة إلى الحيوان البالغ الجالس . تشير الأسهم إلى مسارات دخول ومخرج تيارات الماء . (عن كوفاليفسكى ، وهردمان مع التصرف) . (أ) ورقة ملتصقة بجسم صلب بواسطة المصحات الأمامية المغطاة . (ب) الذيل محص ، الحبل الظهرى والحبل العصبى مختزلان . (ج) إخصى الحبل الظهرى ، الأعضاء الداخلية بدأت في الدوران . (د) اكتمل التحور بدوران الأعضاء الداخلية والفتحات الخارجية (٩٠ - ١٨٠ درجة) ، يكرر الكيس الخيشومى ، تفرز القربة ، ويختزل الجهاز العصبى إلى عقدة (أنظر شكل ٢٣ - ٤) .

فقط العقدة الجذعية من الجهاز العصبى . ويكرر الكيس الخيشومى وتظهر به عدة فتحات ، وتدخله أوعية دموية . وتكرر المعدة والأمعاء . ويكرر سريما الجزء المحصور بين نقطة الالتصاق والغم مسببا دوران الجسم حوالى ١٨٠ درجة في اتجاه ظهرى خلفى حتى يصبح الغم عند الطرف العلوى غير الملصق ، وأخيرا تتكون المناسل والقنوات في الميزودرم بين المعدة والأمعاء . تختفى الغدد اللاصقة ، وتكرر القربة إلى أعلى لتحيط بالحيوان كله .

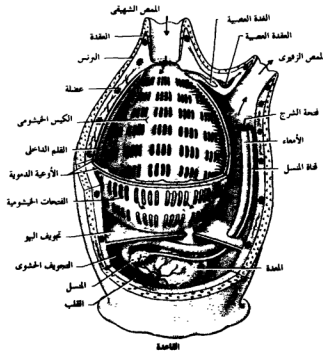
٢٣ - ٤ الأسيديا البالغة

تكون الأسيديا البسيطة (سيونا مولجويلا ، إلخ) اسطوانية أو كروية الشكل تلتصق عن طريق القاعدة أو العنق (شكل ٢٣ - ٤) ، وتغطي بطبقة مرنة قوية ، القصرة أو القربة ، من مادة تشبه السليولوز (نادرة في الحيوانات) مبطنة ببرنس غشائى يحوى أليافا عضلية وأوعية دموية . توجد فتحتان خارجيتان ، المصص الشهيقي (الفتحة الخيشومية) عند القمة والمصص الزفري (فتحة البهو) على إحدى الجوانب . يأتى الماء المسحوب داخل المصص الشهيقي بكائنات دقيقة تستخدم كغذاء ، كما يأتى بالأكسجين للتنفس ، بينما ينقل الماء الخارج من المصص الزفري المواد المتخلفة والخلايا الجنسية . يوجد تنوير البهو داخل القصرة والبرنس ، ويحتوى على كيس خيشومى متسع له فتحات خيشومية عديدة على حافتها توجد أهداب طويلة .

يبدأ الجهاز الهضمي بالمص الشهيقي ، يليه حلقة من اللوامس الشعرية الحسية عند مدخل الكيس الخيشومي ، وفي وسط الجدار البطني لهذا الكيس يوجد القلم الداخلي ، وهو ميزاب عمودي مبطن خلايا هدية ومخاطية حيث يلتقط الغذاء من الماء الداخل ويحركه إلى أسفل . ولأن الأسديا تتغذى فقط على الأحياء الهائمة في الماء فإنها لا تحتاج لزوائد كبيرة للإمساك بالطعام ، ومن قاع الكيس الخيشومي يمر المرىء إلى المعدة المتسعة التي توصل إلى الأمعاء ، ويقع العضوان الأخيران خارج الكيس الخيشومي . تنحني الأمعاء إلى أعلى لتنتهي عند فتحة الشرج تحت المص الزفرى . لمعدة بعض الأسديات نموات غدية (كبد) تصب في تجويفها .

لجدار الكيس الخيشومي عدة فتحات خيشومية محفة خلايا هدية تدفع الماء بضراباتها من داخل الكيس إلى تجويف البهو حيث ينساب إلى المص الزفرى .

يشمل الجهاز الدوري قلباً أنبوبياً يوجد في التجويف الخشوي بجوار المعدة . يتصل بكل نهاية للقلب وعاء كبير أو أورطى (أبهر) ، يوزع أحدهما الدم على المعدة ، وحادر القصرة ، وجانب واحد من الكيس الخيشومي ، بينما يخدم الثاني الجانب المقابل من الكيس . في جدران الكيس الخيشومي وحول الفتحات توجد مجاميع من الأوعية الصغيرة المتصلة تعمل في التنفس . وهذه الأوعية هي فراغات بين الأنسجة بدون جدران . وتعتبر القربيات الوحيدة بين الحيوانات في أن إتحاء تيار الدم فيها يتعكس على فترات قصيرة . لا يوجد صمامات بالقلب أو الأوعية .

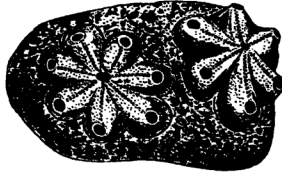


شكل ٢٣ - ٤ : تركيب الأسديا البالغة البسيطة ، أزيلت القرية والبرنس والنصف العلوي للكيس الخيشومي من الناحية اليسرى . تحدد الأسهم مسار تيارات الماء داخل الحيوان

يوجد بجوار الأمعاء تركيب بدون قناة وظيفته الإخراج . البقية الوحيدة للجهاز العصبي هي عقدة جذعية رقيقة توجد في البرنس بين المصمين ، ولها أعصاب لأجزاء متنوعة . ويلصق العقدة غدة عصبية ، يحتمل أن تكون صماء وتشبه إلى حد ما تركيباً نخامياً .

الأسديديات أحادييات المسكن (دوات منسلين) ولكنها لا تلقح نفسها بنفسها . المبيض غدة كبيرة مفرغة يوجد على ثنية الأمعاء ، وتكون قناة البيض موازية للأمعاء وتفتح في تجويف البهو قرب فتحة الشرج . الخصيات عبارة عن أنبيبات متفرعة عديدة توجد على سطح المبيض والأمعاء تفرغ في قناة ناقلة موازية لقناة البيض . بعض القريبات تتكاثر لاجنسيا بالثرعم .

توجد معظم الأسديديات (طائفة الأسدياشيا) بكثرة في مياه شواطئ البحار وبعضها يعيش في أعماق تصل إلى ٢,٩٠٠ قامة (القامة ٦ أقدام) أى ٥,٠٠ متر . لون كثير منها شاحب أو أصفر ، وبعضها له ألوان زاهية ، توجد كل أسديدا داخل قصرة منفصلة ، أما الأسديدا المركبة (شكل ٢٣ - ٥) فتتمو ككتل رخوة بأفراد عديدة منفصلة يحيطها جميعا غطاء عام ، يلتصق النوعان بالصخور ، والأخشاب والمواد الأخرى الموجودة في الماء . تشبه أجسام الساليات (طائفة سالياشيا) الريميل ، وهي طليقة طواف تعيش طافية في البحار المفتوحة (شكل ٢٣ - ٦) . هذه الكائنات تتكاثر جنسيا كالأسديديات . ولكنها تتضاعف أيضاً لاجنسيا بتكوين سلاسل طويلة من الأفراد التي تنفصل بعد ذلك وتكون البيض والنمى . اللارفاشيات (طائفة لارفاشيا) هي حيوانات صغيرة تفرز كل منها بيتاً تعيش فيه . ويستخدم البيت كمرشح للإسماك بالطعام للحيوان .

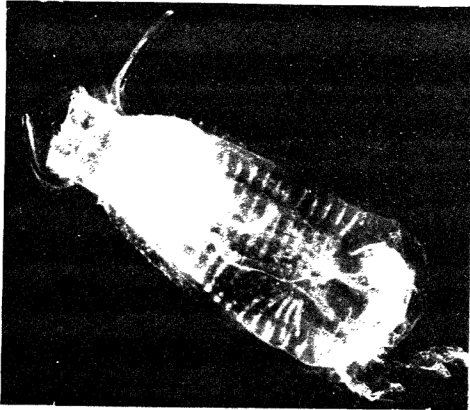


شكل ٢٣ - ٥ : قرى مركب (هيرلوس) : للأفراد نمشات شبيهة منفصلة ، ولكنها تشترك في عصب زلفوى عام (عن م . أدواردز)

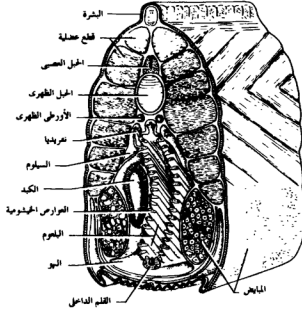
تحت شعبة الرأسحليات السهم ٢٣ - ٥ أمفيوكسوس

تضم أعضاء طائفة ليتوكاردي حوالي ٣٠ نوعا من الحيوانات التى تشبه الأسماك (برانكيوستوما ، إلخ) ، تسمى بصفة عامة أمفيوكسوس وتعيش على شواطئ البحار المعتدلة والاستوائية . تنتشر البرانكيوستوما فريجنيا من خليج شيسابيك حتى فلوريدا ، وبرانكيوستوما كاليفورنيس من خليج سان دييجو حتى الجنوب وتصل الأخير في الطول إلى ١٠٠ مم ، ولكن معظم الأنواع أصغر من ذلك .

يدفن الأمفيوكسوس نفسه في الرمال النظيفة المتحركة على الشواطئ الضحلة تاركا طرفه الأمامى ظاهرا . أحيانا يبرز ليسبح بتحركات جانبية سريعة للجسم . يلقي الأمفيوكسوس اهتماما علميا خاصا لأنه يوضح المميزات الثلاثة الخاصة لشعبة الحبليات في صورة مبسطة ويعتبر شبيها لبعض الأسلاف القديمة لشعبة الفقاريات .



شكل ٢٣ ٦ : قرى حر طواف . حيوان حلى وضع (سالبا تيلسى) . الأعضاء الداخلية مرفقة علال القرية المشالة



شكل ٢٣ - ٨ : أمفيوكسوس . قطاع مكبر خلال البلعوم (عن كيكثال مع التصرف)

خلايا مهدبة ، وعلى الناحية البطنية وفي الوسط يوجد ميزاب مقابل ، القلم الداخلى ، له خلايا مهدبة وخلايا غدية (شكل ٢٣ - ٨) . يسحب الماء المحتوى على كائنات دقيقة داخل الفم وذلك بحركة الأهداب . يلتصق الغذاء بالخطاط في القلم الداخلى ويحمل للخلف إلى الأمعاء ، بينما يمر الماء بين العوارض الخيشومية إلى البو ومنه إلى الخارج خلال فتحة البو .

لا يحتوى الجهاز الدورى على قلب . توجد بجانب الأوعية الدموية المحددة فراغات مفتوحة حيث ينساب الدم عديم اللون داخل الأنسجة . يسرى الدم في إتجاه الأمام من القناة الهضمية في وريد تحت معوى إلى وريد كبدى بائى يدخل الكبد ، ثم يتجمع الدم في وريد كبدى ويتجه إلى الأمام ليتصل بالأبهر البطنى مع الدم الآتى من الجزء الخلفى من الجسم . يقع الأبهر البطنى تحت القلم الداخلى ويعطى عدة فروع عند العوارض الخيشومية الأولية . كل فرع له بصيلة متقبضة صغيرة . وتعمل البصيلات كقلب يدفع الدم إلى أعلى داخل العوارض الخيشومية حيث تتم تنقيته (أكسدته) ، ثم يتجمع في الأبهرين الظهرين ، اللذين يتحدان خلف البلعوم ويكونان أبهرأ ظهريا واحدا ، يسرى فيه الدم في إتجاه الخلف ليمد الجسم والأمعاء ، وأخيرا إلى الجانب الوريدي خلال شعيرات . يمر بعض الدم المؤكسد إلى الأمام في الأبهر الظهري الأيمن إلى الجزء الأمامى من الجسم .

يتم التنفس عند مرور الماء المحتوى على الأوكسجين من البلعوم خلال ١٠٠ أو أكثر من الفتحات الخيشومية مارا بالعوارض الخيشومية التى تحتوى على أوعية دموية . تساعد الأهداب الموجودة على العوارض الخيشومية في عمل تيار الماء .

أنشاء التكوين ، يتكون السيلوم من خمسة أكياس جنينية كما في النصف حليات ، ولكنه يحتل ويتخذ في الأمفيوكسوس البالغ ما عدا حول الأمعاء . يحتوى الجهاز الإخراجى على حوالى ١٠٠ زوج من النفريديات المهذبة الصغيرة تقع في البقايا الظهرية من السيلوم فوق البلعوم ، تصل النفريديات ما بين السيلوم وتجوف البهو ؛ وتبدو متشابهة في التركيب مع نفريديات بعض الديدان الحلقية .

يقع الجهاز العصبى فوق الحبل الظهري . ويتكون من حبل عصبى ظهري واحد له قناة مركزية صغيرة ، يكر طرفه الأمامى قليلا مكونا حوصلة المخ المتوسطة ، لها في وسط الظهر نفرة شعية ، وبقعة عينية صغيرة غير حسية من الصبغ الأسود ، وزوجان من الأعصاب الرأسية . ويخرج من الحبل العصبى لكل قطعة عضلية بالتبادل زوج من الأعصاب ، العصب (الجذر) الظهري حمى وحركى ، والبطنى حركى فقط .

الأجناس منفصلة ، يبرز داخل البهو نحو ٢٥ زوجاً من المناسل (في صفين) . يبرز البيض والملى داخل تجويف البهو لير إلى الخارج خلال فتحة البهو ، والإخصاب خارجى . قطر البيضة حوالى ٠,١ مم ، وبها قليل من المح ، والتفليج تام . خلال موسم التناسل يخرج البيض عند غروب الشمس تقريبا ، عند الصباح تنفقس اليرقات المهذبة الطليقة . تنغذى اليرقة وتنمو لمدة ثلاثة أشهر ، آخذة شكل الحيوان البالغ تدريجيا ، ثم تبدأ في دفن نفسها في الرمل .

الفقاريات

أو القنبريوميات (المجمعيات)

٢٣ - ٦ المميزات

تكون الطوائف من دائريات الفم حتى الثدييات الجزء الأكبر من شعبة الحليات (جدول ٢٣ - ١ ، شكل ٢٣ - ٩) . لها جميعها دماغ كبير يوجد داخل صندوق للدماغ أو قنبريوم (جمجمة) ، عمود شوكى مقسم يتكون من الفقرات ، وهما الدعامة المحورية للجسم . يتكون الجسم المخوذجى من رأس ، وعنق وجذع ، وذيل . تُظهر هذه الطوائف سلسلة من الصفات المتقدمة والمتابعة في تركيب ووظيفة كل الأجهزة العضوية ، بجانب صفات الحبل الظهري ، والحبل العصبى ، والفتحات الخيشومية والتي ذكرت سابقا في هذا الفصل .

١ - يتكون غطاء الجسم من طبقة طبقية ، من البشرة والأدمة ، بها غدد مخاطية عديدة في الأنواع المائية ، تغطي القشور الوقائية معظم الأسماك ، يتقرن السطح الخارجى في الحيوانات الأرضية ، له حراشيف (قشور) على الزواحف ، وريش على الطيور ، وشعر على الثدييات ، يكون الريش والشعر أغشية عازلة للجسم .

٢ - يتكون الهيكل الداخلى المتفصل من الغضروف في الفقاريات الدنيا ، ومن العظم في الفقاريات العليا ، وهو يدعم ويحمى الأعضاء الأخرى ، تحوى الجمجمة على الدماغ ولها محافظ مزدوجة تحوى أعضاء الحس الخاصة . وهناك سلسلة من الأقواس الخشبية تدعم منطقة البلعوم

- ٨ - يصبح الدماغ مميزاً إلى مناطق من ناحية التركيب والوظيفة . يكبر النصفكريان المخيان والمخيخ وخاصة في الفقاريات العليا . يوجد ١٠ أو ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية في الرأس تؤدي وظائف حركية وحسية . تزود كل قطعة بدنية بدائية من قطع الجسم بزوج من الأعصاب الشوكية من الحبل العصبي . ينظم جهاز عصبي ذاتي الوظائف اللاإرادية للأعضاء الداخلية .
- ٩ - تنتج مجموعة من الغدد الصماء (درقية ، نخامية ، إلخ) افرازات داخلية ، أو هرمونات ، يحملها تيار الدم ، تقوم بتنظيم العمليات الجسدية ، والنمو ، والتكاثر .
- ١٠ - الأجناس منفصلة إلا في بعض الاستثناءات النادرة . لجهاز التكاثر في كل جنس زوج من المناسل تطلق الخلايا الجنسية في قنوات تفتح في ، أو قريباً من فتحة الشرج .

مراجعة

- ١ - ما هي المميزات الثلاث الواضحة في الحبلليات ؟ وهل هناك تطابق بين الحبلليات والفقاريات في المجالات المختلفة ؟
- ٢ - لماذا يعتبر الأمفيوكسوس من بين الأنواع الدنيئة من الحبلليات ؟
- ٣ - ما هي مميزات الحبلليات التي توجد في القرييات ؟ في أى طور من دورة الحياة تظهر هذه المميزات .
- ٤ - لماذا يعتبر الأمفيوكسوس ذا أهمية خاصة من الناحية التشريحية ؟
- ٥ - ما هي أهمية الفتحات الخيشومية أثناء تكوين الحبلليات ؟ هل توجد دلالة على نظرية الاستعادة في هذه الصفة ؟
- ٦ - أين ينشأ الحبل الظهرى في الجنين ؟ كيف يختلف عن الحبل العصبى ؟ تتبع مصير الحبل الظهرى في المجموعات الأساسية من الحبلليات .
- ٧ - على أية مجموعة يطلق اسم القرنيوميات ؟ وعلى أية صفة ينشأ ؟
- ٨ - في أية مجاميع الحبلليات يكون الدم عديم اللون ؟ وأين لا يوجد به قلب ؟
- ٩ - قارن بين دورتي الحياة في حيوان قرى بسيط والسهم .

الفصل الرابع والعشرون

الأسماك

تقطن أنواع كثيرة من الحيوانات الماء وتسمى بالأسماك ، ولكن على وجه الدقة سلق الاسم فقط على الفقاريات المائية الدنيا (اللافيكات والأسماك) ، يعيش بها الآن ثلاثة ضوائف . أضلق عنها اليونانيون اسم أكتيس (الأسماك) ، وأكتيولوجي (علم الأسماك) هو الدراسة العلمية للأسماك . والإسم الشائع اشتق من الكلمة اللاتينية بيسيز (أسماك) . وأسماك الهاج واللامرى هي أقلهم تقدما وأبسطهم وهي تشبه ثعبان السمك ، ولها جسم دقيق اسطوانى ، وليس لها روائد أو فكوك أو قشور ، ولها جبل ظهري دائم وليس لها فقرات حقيقية . تسك المياه العذبة والمالحة . أقرناؤهم هم الأوستراكودرميات المدرعة المنقرضة من عصرى السيلورى والديفونى .

الأسماك الغضروفية كالقروش والقوبيعات (طائفة الأسماك الغضروفية) هي الفقاريات الأقل تقدما التى لها فقرات منفصلة وكاملة ، وروائد مزدوجة ، وقشور فى الجلد ، وفكوك متحركة ، وعديد من الفتحات الخيشومية . معظم الأنواع تعيش فى البحار . وللفقرش أهمية بيولوجية خاصة وذلك لأن معظم صفاته التشريحية تظهر فى الأصور الحينية للفقاريات العليا .

للأسماك الحقيقية أو العظمية (طائفة الأسماك العظمية) هياكل عظمية . وقشور من أنواع متعددة ، ويخرج واحد من الخياشيم على كل جانب . وهذه الأسماك أتكال عديدة وتسك فى الماء بأنواعه المختلفة - عذب ، نصف مالح ، مالح ، دافى أو بارد .

طائفة اللافيكات (اللامبريات وأسماك الهاج)

تمثل اللامبريات وأسماك الهاج الحية أدنا الأنواع التى لها صفات الفقاريات (شكل ٢٤ - ١)

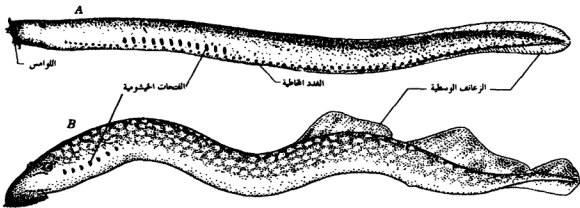
٢٤ - ١ المميزات

١ - الجسم طويل ، رقيق ، واسطوانى ، منطقة الذيل منضغطة ، تدعم الزعانف اللوسطية بأشعة زعنفية غضروفية ، الجلد رخو وناعم ، عديد من الغدد المخاطية وحيدة الخلية ، لا توجد قشور ، ولا فكوك ، ولا زعانف مزدوجة .

- ٢ - الفم أمامي وعلى الجهة البطنية ، ماص واسطواني في اللايمرى متقلباً وقارضاً في أسماك الهاج ، الكيس الشعى أحادى ووسطى .
- ٣ - الجمجمة والأقواس الحشوية (السلة الحشوية) غضروفية . الحبل الظهرى مستديم ، الأقواس العصبية صغيرة ناقصة فوق الحبل الظهرى تمثل الفقرات .
- ٤ - القلب له جهو (أذين) واحد وبطين واحد ، عديد من الأقواس الأورطية في المنطقة الحشوية ، الدم به كرات دم بيضاء ، وكرات دم حمراء دائرية ولها نواة
- ٥ - من خمسة إلى ١٦ زوج من الخياشيم تفتح في جيوب جانبية من البلعوم .
- ٦ - كليتان لها قنوات تؤدي إلى حلمة بولية تناسلية .
- ٧ - الدماغ متميز له ١٠ (أو ٨) أزواج من الأعصاب الرأسية ، كل أذن لها قناتان نصف دائريتان (أو واحدة في سمكة الهاج) .
- ٨ - درجة حرارة الجسم متغيرة (متغيرات الحرارة)
- ٩ - المنسل أحادى كبير ليس له قناة ، التلقيح خارجى ، التكوين مباشر (سمك الهاج وثعابين السمك المخاطية) أو له طور يرقى طويل (اللامبريات)

٢٤ - ٢ تركيب اللايمرى (شكل ٢٤ - ٢)

يمثل الجسم الرقيق الأسطوانى رأساً وجذعاً ملتحمين ، وذيل منضغط من الجانبين ، وعلى مؤخرة الظهر وعلى الذيل توجد زعانف وسطية ، وعلى السطح البطنى للرأس يوجد قمع فمى كبير كأسى الشكل ، تحمل حافته حلقات لينة ، وتبطنه من الداخل أسنان قرنية صفراء مخروطية . تفتح القناة



شكل ٢٤ - ١ : طائفة اللافيكيات . (أ) سمك الهاج (إيثاتريوس ستاتوى) لها فم لين ، ٤ أزواج من اللواس ، و ١٢ زوجاً من الفتحات الحشوية . (ب) لامبرى البحر (جرموزون) ، له قمع فمى و ٧ أزواج من الفتحات الحشوية . (أ) ، عن وولكوت ، بيولوجية الحيوان ، ب ، عن نورمان ، المرشد فى معرض الأسماك ، المتحف البريطانى)

قبل الأنفية (فتحة الأنف) في وسط الناحية الظهرية من الرأس ، تليها منطقة رقيقة من الجلد تغطي العضو الصنوبري . وتوجد العينان الكبيرتان على الجانبين وتغطي بجلد شفاف وليس لها جفون . وعلى كل عين سبع فتحات خيشومية دائرية . يمتد على كل جانب من الجسم والذيل نقر حسية جانبية صغيرة عقلية . توجد فتحة الشرج على الجهة البطنية عند قاعدة الذيل ، وخلف حلمة بولية تناسلية صغيرة تخترقها قناة . يغطي الحيوان جميعه طلائية ناعمة تحتوي على كثير من الغدد المخاطية ، ولكن الجلد بدون قشور .

يمثل الحبل الظهرى الهيكل المحورى . والعناصر الهيكلية الأخرى غضروفية وهي (١) الجمجمة المعلقة (٢) قضيب متين في اللسان وحلقة من غضروف حولي حول القمع القمي (٣) سلة خيشومية محكمة تدعم المنطقة الخيشومية و (٤) قطع صغيرة عقلية من الغضروف (عروق قوسية) فوق الحبل الظهرى تمثل الأفواس العصبية . عضلات الجذع متموجة يتمركز الفم الصغير في القمع القمي (شكل ٢٤ - ٣) ويقفل ويفتح بواسطة حركة اللسان للأمام وللخلف وهي تشبه حركة الكباس ويحمل اللسان أسنانا خلف البلعوم تنقسم القناة الهضمية إلى مريء على الناحية الظهرية ، وأنبوبة تنفسية على الناحية البطنية . لا توجد معدة . يفتح الجزء الخلفي من المريء في الأمعاء بواسطة صمام . تحتوي الأمعاء المستقيمة على صمام حلزوني . الكبد موجود ولكن لا توجد قناة صفراوية .

للجهاز الدورى قلب له أذين واحد وبطين واحد يصحح الدم إلى الأمام في أبهر بطنى ومنه إلى أوعية في الخيوط الخيشومية ، ومنها يتجمع في أبهر ظهري يوزع الدم على الجسم . الجهاز الوريدي له أوعية كبدية بابية ولكن لا توجد أوعية كلوية بابية .

يوجد سبعة أزواج من الأكياس الخيشومية بين الأنبوبة التنفسية وجدار الجسم . كل كيس به عدد من الخيوط الخيشومية المزودة بشعيرات رقيقة حيث يتأكسد الدم بواسطة أوكسجين الماء في الأكياس . في اللامبرى البالغ تدخل وتخرج تيارات الماء بغرض التنفس من الفتحات الخيشومية ، وهذه الطريقة ضرورية لأن القمع القمي للامبرى غالبا ما يكون ملتصقا بالطعام أو أشياء أخرى ، حيث يكون مرور الماء خلال الفم مستحيلا . في يرقة اللامبرى يدخل الماء من فتحة الفم ويخرج من الفتحات الخيشومية كما في الأسماك العظمية .

الجهاز الإخراجى يشتمل على كليتين وحالب أنبوى من كل كلية إلى الحبل البولى التناسلى ثم الفتحة . يحتوى الجهاز العصبى على دماغ واضح بأقسامه كما هو الحال في الفقاريات العليا ، و١٠ أزواج من الأعصاب الرأسية ، وحبل عصبى مفلطح يشبه الشريط ، وأزواج من الأعصاب الشوكية ، زوج لكل قطعة من قطع الجسم .

أعضاء الحس هي فتحة شمعية أحادية وسطى تؤدي إلى زوج من الأكياس الشمية ، وعينان ، وعين صنوبرية وسطى لها عدسة وشبكية وتقع خلف فتحة الأنف . لكل أذن داخلية (عضو التوازن) قناتان نصف دائريتان ، توجد براعم للتنوق في البلعوم ، كما توجد أعضاء حسية للخط الجانبى على جانبي الجسم وعلى السطح السفلى للرأس

قبل نضوج النسل يكون الحيوان خثى ، ولكنه يصبح بعد ذلك إما ذكراً أو أنثى في الفرد الواحد . وعند النضوج الجنسي يملأ منسل واحد معظم التجويف البطنى . لا توجد قناة تناسلية ، فيفرغ البيض والمنى في تجويف البطن ثم بعد ذلك يمر خلال ثقبين تناسليين إلى الجيب البولى التناسلى

٢٤ - ٣ أسماك الهاج وثعابين السمك المخاطية

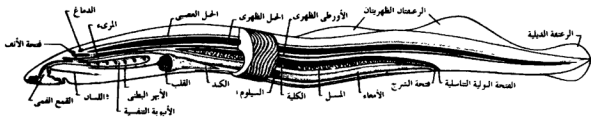
تختلف هذه الحيوانات عن اللامبقيات في عدة نقاط : لها (١) فم صغير به سن بشرى كبير واحد على الناحية الظهريّة وصفوف من الأسنان الصغرى ، (٢) عدة أزواج من اللوامس الأمامية اللينة حول الفم وفتحة الأنف ، (٣) فتحة أنف طرفية واحدة لها قناة (وكيس نخامى) إلى البلعوم تحمل الماء للأكسدة في الخياشيم ، و (٤) خمسة أو ١٦ زوج من الخياشيم بعيدة في اتجاه الخلف . توجد ٣ قلوب إضافية .

٢٤ - ٤ تاريخ طبيعى

توجد اللامبقيات في الماء العذب والماء المالح ، والحيوان البالغ في بعضها غير متطفل ، أسماك الهاج بحرية ، يغوص بعضها إلى أعماق تزيد عن ١,٨٠٠ متراً . الأنواع المتطفلة تلتصق بالأسماك (شكل ٢٤ - ٣ ب) بواسطة القمع وتستخدم أسنان اللسان في يرد الجلد لتثقبه . ثم تحقن مادة مانعة للتخثر ، فينساب دم العائل داخل فم اللامبرى . يمكن للامبرى أن تقتل السمكة السليمة بعد مهاجمتها . أسماك الهاج وثعابين السمك المخاطية لا تتحمل الضوء القوى ولا الملوحة المنخفضة فتدفن نفسها في طين القاع . وهى تأكل الديدان واللافقاريات الأخرى التى تعيش على القاع ، كما تأكل السمك المصاب .

٢٤ - ٥ التكاثر

عندما تصبح اللامبقيات بالغة جنسيا في الربيع أو أوائل الصيف ، تنتفخ المناسل ، ويتحرك كلا الجنسين في الجارى المائية ، أحيانا متعلقة بسمكة عابرة أو قارب . وتبحث عن المياه الزائفة في محدرات الجارى ، وتستخدم القمع القمى في تحريك الحجارة (الحصى) على القاع حتى تجهز عشا مستديراً ضحلاً . تلتصق الأنثى بحجر ، والذكر بالأنثى مستخدمين الأقماص القمعية ، ثم يهتزنان إلى

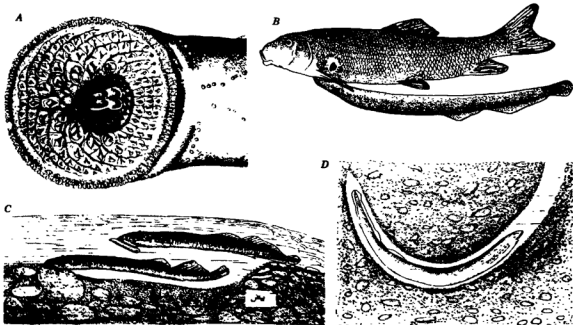


شكل ٢٤ - ٢ : تركيب لامبرى بالغ (اتوسفينوس) : معظم الناحية اليسرى من الجسم مزالة

الأمم وإلى الخلف حيث ينطلق البيض والمنى ، ويكون الإخصاب خارجياً . يفوص البيض المتصق ، ويغطي بالغرين والرمل . تحتوى أنثى لامبرى الجداول المائة من ٢,٠٠٠ إلى ٦٥,٠٠٠ بيضة ، تصل فى اللامبرى البحرى الكبير إلى ٢٣٦,٠٠٠ بيضة . تموت الحيوانات البالغة بعد وضع البيض .

تفقس الصغار فى شهر تقريباً كيرقات صغيرة ، وعندما يصل طولها ١٢ أو ١٥ مم تهجر العش باحة عن المياه الساكنة ، حيث تبني كل يرقة نفقا على شكل حرف U من الرمل والغرين وتقيم فيه . وتخرج لتتغذى على الكائنات الهائمة الدقيقة من الماء أو من رواسب الغرين الموجودة فى قاع المجرى (شكل ٢٤ - ٣ د) . يسحب الماء داخل الفم يفعل الأهداب ويمر للخارج خلال الفتحات الخيشومية . يلتصق الطعام بالمخاط الذى يفرزه القلم الداخلى عند أرضية البلعوم ، كما فى السهم .

اليرقة أو الأموسيتيس عمياء عديمة الأسنان ، تعيش وتنمو لفترة تتراوح من ٣ إلى ٧ سنوات . عند التحور تسلك اللامبريات المختلفة طريقين . تحتفظ الأنواع الدنيئة بقناة هضمية فعالة وأسنان حادة قوية ، مثل هذه اللامبريات تتغذى على الأسماك ، وتعيش وتنمو فى البحار أو المجارى المائية الكبيرة أو البحيرات حسب أنواعها . بعد سنة أو أكثر تعود إلى المجارى الصغيرة فى الربيع لوضع البيض ثم تموت . فى بعض اللامبريات الأخرى تتوقف التغذية وكذلك النمو بعد التحور ، وتحلل جزئياً القناة الهضمية والأسنان ، وبعد ٤ - ١١ شهراً تتكاثر الحيوانات ثم تموت . فى سمكة الهاج ينتج الفرد نفسه المنى



شكل ٢٤ - ٣ : تركيب وحياة لامبرى البحيرات . (أ) منظر بطنى للقمع الفمى وبه أسنان قرنية عديدة (ب) لامبرى ملتصق بسمكة . (ج) العش والأنثى ملتصقة بحجر والذكر يحمل حجراً آخر ، البيض الصغير فى مؤخرة العش . (د) يرقة اللامبرى (أموسيتيس) فى جحرها تحت الماء . (عن س . هـ . جيج ، ١٩٩٣ . ١٩٢٩) .

والبيض . والبيض كبير (١٠ - ٣٠ م) ومحاط بقشرة قرنية يمكنها الالتصاق بالأعشاب البحرية . يتم النمو إلى الحيوان البالغ مباشرة بدون طور يرق .

٢٤ - ٦ العلاقة بالإنسان

تستخدم يرقات اللامبري كطعم في صيد الأسماك ، كما تستخدم بعض اللامبريات البحرية المألغة كطعام . يصيب اللامبري الأسماك ويقضى عليها وذلك بامتصاصه للدم وتسببه في أمراض ثانوية . وقد غزت اللامبريات البحيرات العظمى في الولايات المتحدة وتسببت في قلة إنتاج سمك التراوت (سالمون) إذ إنخفض من نحو ١٥ مليون رطل إلى أقل من عُشر هذه الكمية . ولقد نجحت حديثا محاولات تقليل الحسائر باستخدام الكيمياء لتسميم اليرقات في قاع المجارى . كثيرا ما يهاجم سمك المالح الأسماك التى يتم صيدها في خيوط أو في شباك .

طائفة الأسماك الغضروفية

القروش ، القوبيات والكيميرات هى أدنى مقاربات الحية ، التى لها فقرات كاملة ومنفصلة . وفكوك متحركة ، وأطراف مزدوجة . ناستند ، حالات قليلة تسكن الأسماك الغضروفية البحار . يبدأ تاريخها من العصر الديفوني حيث نمت ببقايا حفزية كثيرة ، خاصة الأسماك ، وأشواك الزعانف . والقشور (شكل ٢٤ - ٤)

٢٤ - ٧ المميزات

- ١ - جلد سميك به قشور قرصية صغيرة وغدد مخاطية كثيرة ، توجد زعانف وسطية وزعانف مزدوجة تدعمها أشعة زعنغية ، الزعانف الحوضية في الذكر مزودة بماسكات .
- ٢ - القم على الجهة البطنية به أسنان كثيرة مغطاة بالمينا ، فتحات الأنف إثنان (أو واحدة) ، غير متصلة بتجويف القم ، للقم فكان علوى وسفلى ، الأمعاء بها صمام حلزوني .
- ٣ - الهيكل غضروفي ، لا يوجد عظم حقيقي ، القرنيوم متصل بمحافظ حسية مزدوجة ، الحبل الظهري دائم ، الفقرات عديدة كاملة ومنفصلة .
- ٤ - للقلب غرفتان (أذين وبطين) ، ومعهما جيب وريدى مغروط شريانى ، والقلب يحتوى على دم وريدى فقط ، توجد عدة أزواج من الأقواس الأورطية ، خلايا الدم الحمراء بيضاوية لكل خلية نواة .
- ٥ - التنفس بواسطة ٥ - ٧ أزواج من الخياشيم لكل خيشوم فتحة الخاصة ، (٣ أزواج في الكيميرات) ، لا توجد مثانة هوائية .

٦ - عشرة أزواج من الأعصاب الرأسية ، كل عضو سمع له ٣ قنوات نصف دائرية .

٧ - درجة الحرارة متغيرة (متغيرات الحرارة)

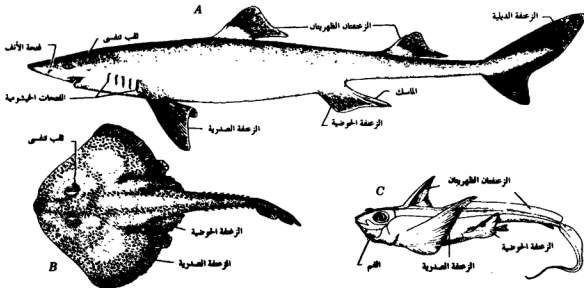
٨ - الأجناس منفصلة ، المناسل نموذجية مزدوجة ، قنوات التكاثر تفتح في المجمع ، الإخصاب

داخلي ، حيوانات بيوضة أو بيوضة ولودة ، البيض كبير ، به مخ كثير ، التفليج حزنى ، لا توجد أغشية جنينية ، التكوين مباشر .

تتقدم الأسماك الغضروفية على اللافكيات في أن لها (١) القشور التي تغطي الجسم ، (٢) زوجين من الزعانف الجانبية ، (٣) فكوكا متحركة تتفصل مع القرنين ، (٤) على الفكوك أسنان مغطاة باللبيا ، (٥) ثلاثة قنوات نصف دائرية لكل أذن و (٦) أعضاء تكاثر مزدوجة لها قنوات . ولكنها تختلف عن الأسماك العظمية في أن بها (١) هيكل من الغضروف بدون عظم حقيقى ، (٢) قشور قرصية ، (٣) فتحات خيشومية مفصلة ، (٤) زوجا من الثقب التنفسية تتصل بالبلعوم ، و (٥) عدم وجود مثانة هوائية .

إقترحت عدة نظريات لتباعد أصل الزعانف المزدوجة في الأسماك . طبقا لنظرية بلفور وآخرين فإن الزعانف المزدوجة قد تكون مشتقة من ثيات زعنفة ممتدة بطول الحيوان على الجانبين وفي اتجاه الجهة البطنية (شكل ٢٤ - ٥) كما رأينا في الأمفيوكسوس .

يسمى كلب السمك (سكوالوس) إلى نحو ٣ أقدام (متر واحد) ، ومعظم القروش أقل من ٨ أقدام (٢,٤ مترا) في الطول ، وينمو القرش الأبيض الضخم (كاركارودن كاركاريس) حتى ٢٠ قدما (٦ مترا) ، ويزيد القرش المستدق ، (كيتوريوس ماكسيموس) على ٤٠ قدما (١٢ مترا) ، ويصل القرش الحوت (رينكودن تيبوس) إلى ٤٥ قدما (١٣ مترا) ، طولاً . وهذه هي أكبر الفقاريات الحية باستثناء بعض الحيتان . يتراوح طول معظم القوبيات بين ١ - ٣ قدما



شكل ٢٤ - ٤ : الأسماك الغضروفية . (أ) كلب السمك الشوكي أو القرش (سكوالوس أكانثاس) . (ب) القوبي (راجا) . (ج) الكيميرا (كيميرا كولبي) . (أ) ، عن جود ، ب ، عن دار الإمداد البيولوجى العام ، ج ، عن دين ، الأسماك الحية والحفرية ، شركة ماكجيلان) .

(٠,٣ إلى متر) . وينمو قزيع المانتا الضخم (مانتا بيروستريس) إلى ١٧ قدماً (٥ مترأ) طولاً و ٢٠ قدماً (٦ مترأ) عرضاً عند الزعانف الصدرية . تقل الكيميرات عن ٣ أقدام (متر واحد) طولاً .

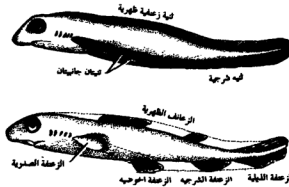
تركيب كلب السمك أو الكلب القرش ٢٤ - ٨ الصفات الخارجية

الرأس مدبب بكلال ، والجذع مغزلى الشكل ، جزؤه الأكبر قرب الزعانف الصدرية ويستدق فى اتجاه الخلف . توجد زعنفتان ظهريتان منفصلتان وسطيتان (كل زعنفة مسبقة بشوكة فى كلب السمك الشوكى ، سكوالوس) ، وزعنفة ذيلية وسطى ، وزوجان من الزعانف الجانبية ، صدرية وحوضية . وتحمل الزعنفتان الحوضيتان فى الذكر زوج من الماسكات الرقيقة يستخدم فى التزاوج . لـ كلب السمك الناعم (موسسلوس) زعنفة شرجية وسطى على الناحية البطنية . الذيل غير متماثل الفصين ، وتمتد الفقرات فى قصه الظهرى الأكبر .

على الناحية البطنية لرأس توجد فتحتا الأنف الخارجيتان ، والفم المستعرض الكبير ، العينان جانبيتان وبدون جفون . تمتح خمس فتحات خيشوميات يفضاويات أمام كل زعنفة صدرية ، كما توجد فتحة شبه حشوية ، مبهمة ثقب تنفسى خلف كل عين . توجد فتحة الشرج بين الزعنفتين الحوضيتين .

٢٤ - ٩ غطاء الجسم

يُغطى الجلد رمادى اللون بصفوف مائلة من القشور القرصية الدقيقة ، كل قشرة لها شوكة مدببة من الخلف مغطاة بالمانتا وصفيحة قاعدية من مادة الدنتين فى طبقة الأدمة .



شكل ٢٤ - ٥ : إمكانية نشأة الزعانف فى الأسماك من ثبات كالموجودة فى الأمفيوكسوس . قارن بشكل ٢٣ - ٩ (عن فيدرهايم) .

٢٤ - ١٠ الهيكل

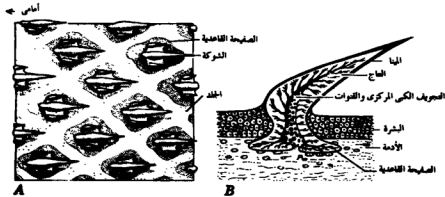
يتكون الهيكل جميعه من الغضروف المقوى إلى حد ما برواسب جيرية ، الأجزاء المحورية هي الجمجمة والعمود الفقارى المقسم . لكل فقرة جسم يشبه البكرة (الملف) ، مقعر الوجهين ، فوقه يوجد القوس العصبى الذى يحيط بالحبل الشوكى . وفي منطقة الذيل يحمل جسم الفقرة أيضا قوسا دمويا على الناحية البطنية يحيط بالشريان والوريد الذيليين ، يبقى الحبل الظهرى في الفراغات الموجودة بين الفقرات . تتكون الجمجمة من (١) القرنبيوم المحيط بالدماغ ، (٢) محافظ مزدوجة للأعضاء الشمية ، والبصرية والسمعية ، و (٣) الهيكل الحشوى ، الذى يتكون من الفكوك ، والقوس اللامى ، وخمسة أزواج من الأقواس الخيشومية التى تدعم المنطقة الخيشومية . يحتوى الهيكل الطرفى على (١) حزام صدرى يشبه حرف U يدعم الزعانف الصدرية ، (٢) الحزام الحوضى المسطح حيث تتصل الزعانف الحوضية ، و (٣) الغضاريف المفصالية العديدة التى توجد في كل زعنفة جانبية لتدعمها . تدعم الزعانف الوسطية أشعة زعنفية أدمية .

٢٤ - ١١ الجهاز العضلى

عضلات الجسم والذيل مقسمة وتحدث تموجات جانبية في الجذع والذيل ضرورية للسباحة ، وتوجد عضلات متخصصة أخرى في الزعانف المزدوجة ، والمنطقة الخيشومية ، وأجزاء من الرأس .

٢٤ - ١٢ الجهاز الهضمى

يطن تجويف القم الواسع صفوف عرضية من الأسنان الحادة المدببة التى تمثل قشورا قرصية (شكل ٢٤ - ٦) ، ويمكن اعتبار الأسنان قشورا قرصية متحوّرة . والأسنان مطمورة في لحم يوجد على الفكوك ، وتستبدل الأسنان باستمرار بصفوف جديدة تأتي من الخلف . ويلتصق بقاع القم لسان مفلطح . على جانبي البلعوم المتسع توجد فتحات تؤدى إلى الفتحات الخيشومية المنفصلة



شكل ٢٤ - ٦ : القشور القرصية (مكبرة) . (أ) الجلد والقشور في منظر سطحي . (ب) قطاع سطحي في قشرة . (عن كلاش)

والتقوب التنفسية . يؤدي اللعوم القصير إلى معدة تشبه حرف ل وتنتهي بعضلة عاصرة دائرية تمثل الصمام البوابي . تلي المعدة الأمعاء وتتصل مباشرة بالمجمع والشرح . وفي الأمعاء يوجد حاجز حلزوني يعرف بالصمام الحلزوني يغطي بغشاء مخاطي يؤخر مرور الطعام ويعطى مساحة كبيرة للإمتصاص . يوجد كبـد كبير من فصين متصل بالطرف الأمامي لتجويف الجسم . تتجمع الصفراء من الكبـد في الحوصلة المرارية (الصفراوية) الخضراء ومنها تمر بواسطة القناة الصفراوية إلى الجزء الأمامي من الأمعاء . يقع البنكرياس بين المعدة والأمعاء ، وتتصل قناته بالأمعاء مباشرة تحت اتصال القناة الصفراوية . عند اتصال الأمعاء بالمجمع توجد غدة المستقيم الدقيقة التي تستخدم في التخلص من الملح الزائد المتناول مع الطعام أو من مياه البحر (شكل ٢٤ - ٧) .

٢٤ - ١٣ السيلوم

تقع المعدة ، والأمعاء ، وأعضاء داخلية أخرى في تجويف الجسم الكبير أو السيلوم الذى يُبطّن بغشاء ناعم لامع هو البريتون الذى يغطي أيضا الأعضاء التى تدعم بمساريق رفيعة من جدار السيلوم الظهري الأوسط ، وهذه المساريق تتكون أيضا من البريتون . يوجد حاجز عرضي يفصل السيلوم عن التجويف المحتوى على القلب .

٢٤ - ١٤ الجهاز الدورى

يقع القلب تحت المنطقة الخيشومية في كيس يسمى التامور ، ويتكون من (١) جيب وريدى رفيع الجدار يستقبل الدم من أوردة مختلفة ، يتبعه (٢) الأذين ، (٣) البطين سيمك الجدار ، و (٤) المخروط الشرياني . ويمر الدم من المخروط الشرياني إلى الأمام في الأبرير البطينى الذى يعطى خمسة أزواج من الشرايين الخيشومية الواردة التى تتفرع داخل الحياشيم لتتم أكسدة الدم ، وبعدها يتجمع الدم في الأبرير الظهري عن طريق أربعة أزواج من الشرايين الخيشومية الصادرة . يمتد الأبرير الظهري على طول الجدار الظهري الأوسط للسيلوم . الشرايين الرئيسية هي (١) زوج من كل من السباتى الخارجى والسباتى الداخلى للرأس ، (٢) شريانان تحت ترقويان للزعنفتين الصدريتين . (٣) شريان جوفى إلى المعدة ، والكبد ، والأمعاء ، (٤) معوى أمامى إلى الطحال الكبير المسلوب والجزء الخلفى من الأمعاء ، (٥) معوى خلفى إلى غدة المستقيم ، (٦) عدة شرايين كلوية وتناسلية (مبيضية أو منوية) إلى الكلى وأعضاء التكاثر ، و (٧) زوج من الشرايين الحرقفية إلى الزعنفتين الحوضيتين ، يمتد خلفهما الشريان الذيلى في الذيل .

في الجهاز الوريدي ، يأتي الدم من الذيل في الوريد الذيلى ويمر في (١) زوج من الأوردة الكلوية البابية إلى الكليتين . ويمر الدم من المناطق الخلفية الأخرى إلى الأمام في (٢) زوج من الأوردة الرئيسية الخلفية موازية للكليتين ، وفي (٣) زوج من الأوردة البطنية الجانبية الموجودة على جانبي تجويف الجسم . يعود الدم من منطقة الرأس في (٤) وريدين ودجيين و (٥) وريدين رئيسيين أماميين . كل هذه الأوردة تفتح في الجيوب الكبيرة المتصلة بالجيب الوريدي . يأتي الدم من القناة الهضمية في (٦) الوريد الكبدى الباقى حيث يرشح في جيبيات شعرية داخل الكبد ، ثم يتجمع في

(٧) الأوردة الكبدية المتصلة بالجيب الوريدي . يمر الدم داخل القلب في دورة واحدة من الجسم كما في داثريات القم ومعظم الأسماك ، ودم القلب كله وريدي (غير مؤكسج) .

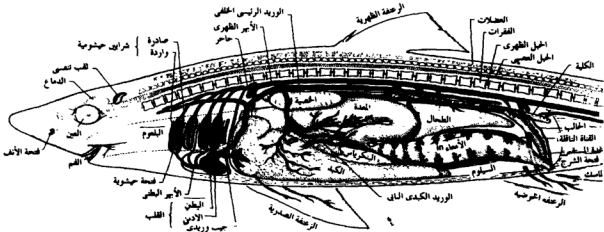
٢٤ - ١٥ الجهاز التنفسي

بفتح وقفل القم يسحب القرش الماء إلى الداخل ثم يدفعه إلى خارج الفتحات الخيشومية وثقوب التنفس (شكل ٢٤ - ١٣) . تركب الخياشيم من عدة خيوط رفيعة متوازية تحتوى على الشعيرات الدموية . يمر الدم من الأبر البطنى داخل هذه الشعيرات . حيث يتخلص من ثاني أو أكسيد الكربون ويمتص الأوكسجين المذاب في الماء ، ثم يستمر في مساره في الأبر الظهرى .

٢٤ - ١٦ الجهاز الإخراجى

تقع الكليتان الرقيقتان فوق السيلوم مباشرة على جانبي الأبر الظهرى . يتجمع البول في أنبيبات عقلية تتصل بقناة طويلة هي الحالب تنجه إلى الخلف ، ويصب الحالبان خلال حلقة بولية تناسلية واحدة في الناحية الظهرية للمجمع .

يشكل المحتوى العالى للأغلاخ في مياه البحار مشكلة في التنظيم الأزموزى الداخلى لعدد من الحيوانات البحرية . تحتفظ القروش والقوبيات بالكلوريد واليوريا في الدم عند نسبة ٢ إلى ٢,٥ في المائة (بينما لا تتعدى في معظم الفقاريات الأخرى ٠,١ إلى ٠,٣ في المائة) ، وبذا يكون الدم وسوائل الأنسجة أعلى تركيزا من ماء البحر .



شكل ٢٤ - ٧ : تركيب كلب السمك الشوكى . الظل الداكن ، دم غير مؤكسج ، والظل الفاتح . دم مؤكسج

٢٤ - ١٧ الجهاز العصبي

دماغ القرش أكثر تقدماً عن ذلك الذى فى اللامبرى (شكل ٩ - ٢) . من الكيسين الشمين فى البوز يمتد مساران شيمان كبيران إلى الفصين الشمين اللذين يلتصقان بنصفى الكرة المخينين الموجودين فوق المخ البينى ، يحمل المخ البينى ساق صنوبرية وجسم صنوبرى على الناحية الظهرية ، كما يحمل القمع على الناحية البطنية ، يتصل بالقمع الجسم النخامى . كل هذه التراكيب هى أجزاء الدماغ الأمامى . على الدماغ الأوسط يقع فصان بصريان مستديران . يحتوى الدماغ الخلفى على مخيخ كبير ظهرى متوسط فوق النخاع المستطيل المفتوح من أعلى . عشرة أزواج من الأعصاب الرأسية تعصب أساساً تراكيب الرأس (جدول ٩ - ١) . الحبل العصبي الشوكى محمى تماماً بالأقواس العصبية للفقرات ، متقدماً بذلك عن دائريات الفم . يبرز من بين الأقواس العصبية للفقرات المتابعة أزواج من الأعصاب الشوكية ، زوج لكل قطعة بدنية

٢٤ - ١٨ أعضاء الحس

تستقبل القروش المنبهات الشمية من الماء خلال فتحتى الأنف الضحلتين الموجودتين على البوز . العيون ليس لها جفون وتحتوى الشبكية على عصى فقط . والأذن هى عضو التوازن ولها ٣ قنوات نصف دائرية تشكل زوايا قائمة مع بعضها البعض كما هو الحال فى كل الفقاريات العليا .

الخط الجانبي ميزاب غير عميق يمتد على كل جانب من جانبي الجسم والذيل ويحتوى على قناة دقيقة طولية داخلية لها فتحات عديدة على السطح . داخل هذه القناة توجد خلايا شعرية حسية متصلة بالعصب الرأسى العاشر ، وهذه الخلايا تستجيب قطعاً لمنبهات الضغط ذات التردد المنخفض فى المياه المحيطة . وعلى الرأس توجد عدة قنوات حسية تفتح بثقوب ، يؤدى كل ثقب إلى غرفة بها شعرات حسية متصلة بألياف عصبية .

٢٤ - ١٩ جهاز التكاثر

الأجناس منفصلة . فى الذكر يتكون المنى فى خصيتين طويلتين موجودتين فى المنطقة الأمامية من تجويف الجسم . تخرج من كل خصية قنات صادرة عديدة تؤدى إلى قناة صادرة أكثر اتواء تمتد للخلف على السطح البطنى للكلية وتصب فى الحلمة البولية التناسلية . عند التزاوج ينقل المنى من الذكر بمساعدة الماسكات إلى مجمع الأنثى . يحتوى جهاز الأنثى على مبيضين كبيرين (ملتحمين أحياناً) مثنين من الناحية الظهرية بغشاء قوى . قناتان للبيض كبيرتان بطول تجويف الجسم ، ولكل عند طرفها الأمامى قمع كبير يدخل البيض خلاله . ينتفخ الجزء الأمامى من كل قناة مكوناً غدة القشرة . فى الأنواع البيوضة الولودة مثل كلب السمك يكبر الجزء الخلفى من القناة مكوناً الرحم ليحفظ الصغار أثناء تكوينها . تفتح قناتا البيض منفصلة فى المجمع .

أسماك غضروفية أخرى ٢٤ - ٢٠ التركيب

تشابه معظم القروش الأخرى مع كلب السمك في التشريح العام . للقوابعيات أجسام مضغوطة لها زعانف صدرية كبيرة تتسع لتصل بالرأس والجذع لدرجة يتشابه فيها محيط هذه الأسماك مع الماسة أو القرص . توجد الفتحات الخيشومية على السطح البطنى المفلطح ، وتستخدم ثقب التنفس في مرور تيارات الماء لغرض التنفس . الذيل طويل ورفيع . الكيميرات قبيحة الشكل . الجلد بدون قشور . توجد ٤ فتحات خيشومية على كل جانب مغطاة بغطاء غشائى ، والأسنان ملتصقة .

٢٤ - ٢١ تاريخ طبيعى

معظم القروش والقوابعيات بحرية ولكن قلة منها تسكن الأنهار قريبا من الماء المالح . تقطن القوابعيات القاع وتتغذى على اللافقاريات . القرش سباح نشط ويتغذى غالباً وسط قطعان السمك . يمكن للقروش الكبيرة المفترسة أن تقتنص الفقمات أو أسود البحر ، لكن القروش الضخمة كالقرش المستدفى والقرش الحوت تتغذى فقط على الكائنات الهائمة في الماء .

٢٤ - ٢٢ التكاثر

تضع القروش الدنيا ، بعض كلاب السمك والقوابعيات والكيميرات ، البيضة محاطة بمحفظه قرنية بنية اللون (كيس عروس البحر) . معظم القروش ، كلاب السمك والقوابعيات بيوضة ولودة تحفظ بالبيض ليم التكوين داخلها ، ثم تلدها أحياء اصغارا . يوجد بمجران قناة البيض فى الأنثى ثنيات كثيرة من الأوعية الدموية مقابل كيس المح للجنين وتؤدي وظيفة التنفس للجنين . يتكون الجنين ببطء داخل البيض الكبير . تشبه صغار القروش والقوابعيات أبوها .

٢٤ - ٢٣ العلاقة بالإنسان

القروش تسبب إزعاجا للصيادين لأنها تقطع الشباك وتستولى على الأسماك منها أو تخلص الأسماك من السنابير . نادراً ما تقلب القروش الكبيرة القوارب الصغيرة أو تهاجم صيادى السمك (بالسنارة) . تهدد القروش الصغيرة والكبيرة على السواء المستحمين والغواصين في المياه الضحلة في أستراليا ، وشرق أفريقيا ، والفلبين ، واليابان ، والولايات المتحدة . وقد زادت عدد الهجمات في السنوات الأخيرة ، من ٣٦ حالة في ١٩٥٩ إلى ٧٥ حالة في ١٩٦٦ . ونتيجة لتزايد الإقبال على الفوص تقاربت القروش والناس كثيرا . يمكن أن تحذب القروش لسمكة مقتولة أو مصابة برمح ، وعندما تثار ، تصبح شديدة الحساسية لأى مضايقة من الإنسان ويمكن أن تهاجمه . أحيانا تحدث وفيات بين الإنسان نتيجة للجروح التى تسببها أشواك القوابعيات اللاسعة .

تستخدم القروش والقوابعيات كطعام للإنسان في أقطار عديدة . ولكن هذا المحصول من السمك يطلق عليه السمك الرمادى أو أسماء أخرى . تجمع زعانف القروش وتجفف في سيلان ، والفلبين ،

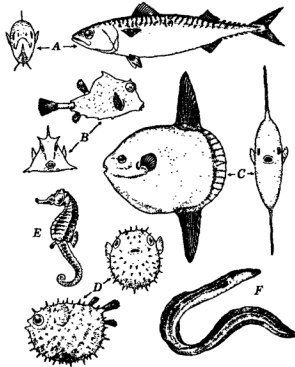
وكاليفورنيا ، تم تغلي منتجة مادة جيلاتينية تعطي مزاقا حسناً للحساء . يحتوي كبد القرش على زيت كثير غنى بفيتامين أ ، وتوجد مصائد لإنتاجه في جرينلاند ، وأيسلندا ، والنرويج ، وينتج القرش المستدق الكبير نحو ١٢٥ جالونا (٤٧٠ لترا) من الزيت .

٢٤ - ٢٤ أنواع حفرية

ظهرت الأسماك الغضروفية الأولى في الصخور الخاصة بمنصف العصر الديفوني (بعد الأسماك العظمية الأولى) ولكنها كانت متقدمة في تطور الفكوك . ويعتبر وجود الهيكل الغضروفي صفة منحلة أكثر من كونها صفة بدائية . بعض الأنواع الأولى كانت تعيش في الماء العذب ، ولكن معظمها أصبحت حياتها السائدة بحرية . وقد كانت الأسماك الغضروفية متواجدة بكثرة في حقبة الحياة القديمة وغالبا ما كانت مدرعة . ولكنها بعد ذلك تناقصت في العدد وأصبحت أقل تدراعا .

طائفة الأسماك العظمية

الأسماك الأكثر نموذجية هي تلك التي لها هياكل عظمية ، ومغطاة بقشور أدمية ، ولها غالباً



شكل ٢٤ - ٨ : أمثلة للأسماك العظمية بأشكال مختلفة لأجسامها . (أ) الماكريل (سكوير) ، انسياب الحفظوط وسريع في السباحة . (ب) سمكة الجذع (أو ستراكيون) الجسم صلب ، والزعانف فقط هي المتحركة . (ج) سمكة الشمس المخططة (مولا) ضخمة ، رقيقة ، الجسم قوي . (د) السمكة الكروية (كيلو ميكيتروس) . الجسم شوكي ، منتفخ ، والزعانف صغيرة . (هـ) حصان البحر (هيوكامبوس) ، يسمح منتصبا بزعنفة ظهرية صغيرة ، الذيل قابض . (و) الثعبان الشائع (أنجويلا) ، طويل ومرن جداً . (عن نورمان ، تاريخ الأسماك ، أمست ، بن ، المحدودة) .

أجسام مغزلية الشكل ، تسبح بالزعانف وتنفس بالخياشيم . تقطن الأنواع المختلفة المياه العذبة والنصف مالحة والمالحة ، سواء كانت دافئة أو باردة . كانت الأسماك غذاء بروتينياً ثابتاً للإنسان منذ الأزمان القديمة كما تشكل أنواع كثيرة منها رياضة محبة . (شكل ٢٤ - ٨) .

٢٤ - ٢٥ المميزات

١ - الجلد به غدد مخاطية كثيرة غالباً له قشور أدمية مطمورة ، بعضها عادى (بدون قشور) ، وقليل بقشور مغطاة بالهيا ، توجد الزعانف الوسطية والمزدوجة (مع بعض استثناءات) مدعمة بأشعة زعنافية من الغضروف أو العظم ، لا توجد أطراف .

٢ - الفم طرفي غالباً وبه أسنان ، الفكوك كاملة التكوين تتمفصل مع الجمجمة ، كيسان شميان على الناحية الظهرية ، العيون كبيرة بدون جفون .

٣ - يتكون الهيكل أساساً من العظم (الغضروف في أسماك الحفش وبعض الأنواع الأخرى) ، الفقرات عديدة وواضحة ، الذيل عادة متماثل الفصين ، غالباً ما تبقى بقايا الحبل الظهرى .

٤ - القلب ذو غرفتين (أذين واحد ، وبطين واحد) ، يتولى على دم ويريد فقط ، ٤ أزواج من الأقواس الأورطية ، خلايا الدم الحمراء بيضاوية ولها نواة .

٥ - التنفس بواسطة أزواج من الخياشيم على أقواس خيشومية في غرفة عامة تغطي بغطاء على كل جانب من البلعوم ، توجد عادة مائة هوائية (عوم) متصلة أحياناً مع البلعوم بواسطة قناة ، هذه المائة تشبه الرئة في الأسماك الرئوية وبعض الأسماك الأخرى .

٦ - عشرة أزواج من الأعصاب الرأسية

٧ - درجة حرارة الجسم متغيرة

٨ - المناسل مزدوجة نموذجية ، عادة بيوضة ، التلقيح خارجي (توجد بعض الاستثناءات) ، البيض صغير يصل ٢٥ مم ، كمية الملح متغيرة ، التفليج عادة جزئي ، الأغشية الجنينية غير موجودة ، بعد الطور البرق تنشأ صغار تكون أحياناً بعيدة الشبه عن الحيوانات البالغة .

تغلف الرأس في جمجمة حقيقية تتكون من عظام غضروفية أو بديلة وعظام غشائية أو أدمية . تدعم الزعانف في معظم الأسماك العظمية بواسطة عديد من الأشعة الأدمية المتوازية . في أسماك الكروسو بترجيمايز يوجد لكل زعنفة من الزعانف المزدوجة فص واحد قوى مركزي يتمفصل مع حزام الطرف - ويعتبر أساساً معقولا لهيكل الطرف في الفقاريات الأرضية . مائة العوم في بعض الأسماك العظمية تشبه الرئة ، وأنواع قليلة لها فتحات أنف داخلية وتراكيب إضافية تمكنها من تنفس الهواء في المياه الضحلة القنطرة .

أصغر الأسماك هي الجوى الفلبيني طولها ١٠ مم ، معظم الأسماك أقل من ٣ أقدام (متر واحد) طولاً ، يصل طول بعض العينات الكبيرة المسجلة من الهالبيوت ٩ أقدام (٢,٧ متراً) ، ومن أم

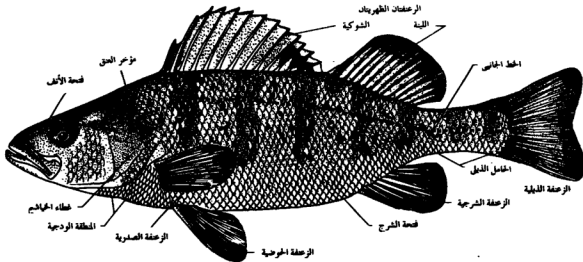
سيف ١٢ قدماً (٣,٦ متراً) ، ومن الحفش الأبيض ١٢,٥ قدماً (٣,٨ متراً) ووزنها ١٢٨٥ رطلاً (٥٨٠ كجم) ، وسمكة الشمس البحرية (مولا) يصل وزنها إلى ٢٠٠٠ رطل (٩٠٠ كجم) .

تركيب السمكة العظمية

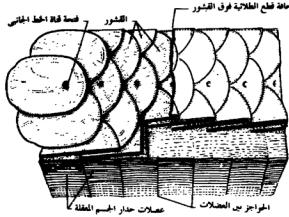
الفرخ الأصفر

٢٤ - ٢٦ الصفات الخارجية (شكل ٢٤ - ٩)

الجسم منضغط مغزلي الشكل يساعد على الإنسياب في الماء . تمتد الرأس من البوز حتى الحافة الخلفية لغطاء الخياشيم ، ومن هذه النقطة يمتد الجذع حتى فتحة الشرج ، والباقي هو الذيل . يحتوي الفم الطرفي الكبير على فكوك متحركة تحمل أسناناً دقيقة ، توجد على الناحية الظهرية من البوز فتحتان أنفيان مزدوجتان (كيسان شميان) ، العيون كبيرة جانبية وبدون جفون . غطاء الخياشيم عبارة عن صفيحة عظمية تغطي الغرفة الخيشومية على كل جانب . تحت كل غطاء توجد أربعة خياشيم مشطية الشكل . توجد أربعة زعانف وسطية (ظهريتان ، وذيلية واحدة ، وشرجية واحدة) ، كما يوجد زوجان جانبيان ، الصدريتان والحوضيتان . الزعانف امتدادات غشائية من غطاء الجسم تدعمها أشعة زعنفية . فيما عدا الزعنفة الظهرية الأولى فكل الزعانف مرنة تدعمها أشعة لينة متكلسة لها مفاصل كثيرة ، وعادة ما تكون متفرعة . وللزعنفة الظهرية الأولى من ١٣ إلى ١٥ شوكة متكلسة صلبة ، كما توجد شوكة أو إثنان في الحافة الأمامية للزعانف الأخرى . يغطي الجسم بشرة لينة تنتج المخاط مما يسهل الحركة في الماء ، كما يعتبر وقاية ضد الاحتكاك وضد دخول الكائنات المسببة للأمراض . يحمل الجذع والذيل قشوراً أدمية مستديرة رقيقة ، مرتبة طولياً في



شكل ٢٤ - ٩ : الفرخ الأصفر (بركا فلاهنز) ، الصفات الخارجية



شكل ٢٤ - ١٠ : جدار الجسم لسكة عظمية (الكارب) بمجوار الخط الجانبي يوضح العلاقة بين البشرة والقشور والعضلات . (محور عن لانكستر ، بحث عن الحيوان ، أ . و . ج . بلاك المحدودة)

صفوف مائلة ، تكون حوافها الخلفية الحرة متراكبة ، تقع كل قشرة في جيب أدمى وتنمو مدي الحياة . والجزء الحر منها مغلف بطبقة رقيقة من البشرة . على كل جانب من الجسم يوجد خط جانبي ، صف من الثقوب الصغيرة تتصل بقناة أنبوبية طويلة تحت القشور ، في القناة توجد أعضاء حسية تستجيب للذبذبات البطيئة في الماء (شكل ٢٤ - ١٠) .

٢٤ - ٢٧ الهيكل

تكوّن القشور الهيكل الخارجى . أما الهيكل الداخلى فيتكون من الجمجمة ، العمود الفقارى ، الضلوع ، الحزام الصدرى ، وعدة عظام إضافية صغيرة تدعم الأشعة الزعنفية . تشمل الجمجمة على القرنيوم الذى يحيط بالدماغ ، ومحافظ أعضاء الحس الخاص المزدوجة (شمعية ، بصرية ، سمعية) ، والهيكل الحشوى الذى يضم الفكوك ويدعم اللسان وميكانيكية الخياشيم . للجمجمة تمفصل مزدوج مع العمود الفقارى ، وهى متصلة إتصالاً وثيقاً بالعمود الفقارى لدرجة أن السكة لا تستطيع أن تدبر رأسها . أثناء التكوين يضم الهيكل الحشوى سبعة أزواج من الأقواس ، التى تتكون من الغضاريف ثم بعد ذلك تتعظم ، وهى تشبه الأقواس فى القروش والقوبيبات ولكنها تختلف عن السلة الخيشومية فى اللاميريات . تنتج الفكوك عن القوس الفكى رقم (١) ، أما رقم ٢ فهو القوس اللامى الذى يدعم اللسان ، والأقواس من رقم ٣ حتى رقم ٦ هى الأقواس الخيشومية التى يحمل كل منها خيشوم على المنحنى الخارجى وصفين من الأسنان الخيشومية الشوكية الصغيرة على الحافة الداخلية ، وتعمل هذه الأسنان كغريبال (كمصفى) لحماية الخياشيم من الإصابة بواسطة الطعام . والقوس الأخير ، رقم ٧ ، صغير له أسنان خيشومية ولكن بدون خيشوم يتكون العمود الفقارى من عديد من الفقرات المتشابهة والمنفصلة . كل لها قوس عصبى يحيط بالحبل الشوكى . فى منطقة الذيل تحمل كل فقرة أيضاً قوساً دموياً بطنياً يحمى الشريان والوريد الذيليين . يتصل بكل فقرة جذعية زوج من العظام الرفيعة تشبه الضلوع ، وعظام رقيقة داخل العضلة تمتد طولياً بين بعض

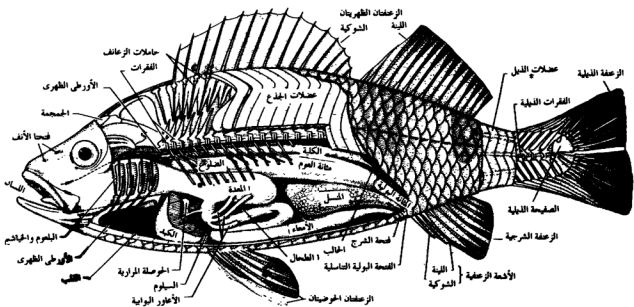
الضلع . بين أشواك الفقرات وفي اللحم توجد عظام يربح شوكة تدعم الأشعة الزعنفة الظهرية والشرجية وتمفصل معها .

٢٤ - ٢٨ الجهاز العضلي

في الجذع والذيل توجد عضلات عقلية متبادلة مع الفقرات ، بواسطتها يسبح الحيوان ويؤدي حركات الدوران . وعضلات السمكة متموجة في أربعة حزم رئيسية ، وتكون العضلات ثقيلة بطول الظهر . توجد بين العضلات المتتابعة حواجز رقيقة تدوب عند طهيها تاركة العضلات كرقائق .

٢٤ - ٢٩ الجهاز الهضمي

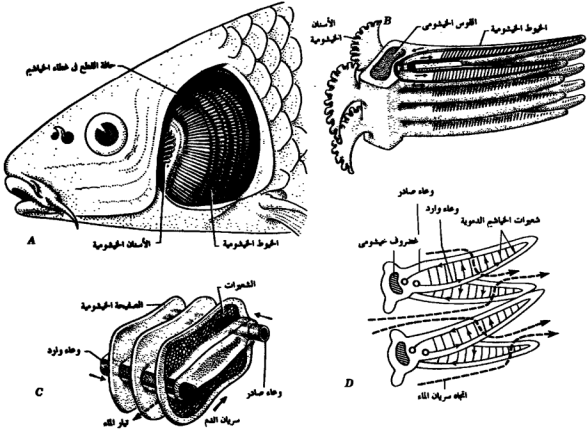
تعمل الفكوك العديد من الأسنان المخروطية الصغيرة للإسماك بالطعام ، ويوجد لسان صغير مثبت في أرضية تجويف الفم يمكنه المساعدة في الحركات التنفسية . البلعوم به خياشيم على الجانبين ويؤدي إلى مرى قصير تتبعه معدة ملتوية . يفصل المعدة عن الأمعاء صمام بوابي . يتصل بالأمعاء ثلاث أعوار بوابية أنبوبية وظيفتها الإفراز أو الامتصاص . يوجد كبِد كبير في المنطقة الأمامية من تجويف الجسم له حوصلة حرارية وقناة تؤدي إلى الأمعاء . يكون البكرياس عادة منتشراً (شكل ٢٤ - ١١) .



شكل ٢٤ - ١١ : الفرج الأصفر ، التركيب العلم . أزيلت التراكيب التالية من الجهة اليسرى شظية الحياض ، الزعفة الصدرية ، معظم الجلد والقشور ، وبعض عضلات الذئع والذيل .

٢٤ - ٣٠ الجهاز الدورى

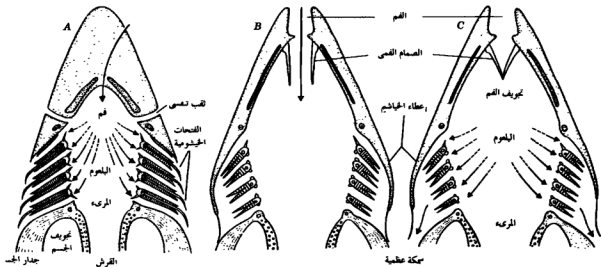
يقع القلب ذو الغرفتين تحت البلعوم في تجويف التامور . يمر الدم الوريدي إلى الجيب الوريدي ، إلى أذين رقيق الجدار ومنه إلى بطين عضلى . يفصل هذه الغرف عن بعضها البعض صمامات تمنع سريان الدم في الاتجاه المضاد . تدفع إنقباضات البطين الإيقاعية الدم خلال الخروط الشريانى وأبهر بطنى قصير إلى أربعة أزواج من الشرايين الخيشومية الواردة تنتشر كشعيرات في الخيوط الخيشومية . بعد الأكسجة يتجمع الدم في شرايين خيشومية صادرة مزدوجة تؤدي إلى الأبهر الظهري الذى يوزع الدم للرأس والجسم . الأوردة الرئيسية تماثل تلك التى في سمك القرش . الدم في الأسماك شاحب اللون وقليل إذا ما قورن بالدم في الفقاريات الأرضية . تحتوى البلازما على خلايا دم حمراء بيضاوية لكل منها نواة ، وأنواعا مختلفة من الخلايا البيضاء . يوجد بقرب المعدة طحال كبير أحمر اللون . كما يوجد جهاز ليفاوى .



شكل ٢٤ - ١٢ : خياشيم سمكة عظمية (الكارب) . (أ) الخياشيم في غرفة الخياشيم والغطاء مزال . (ب) جزء من خيشوم بين الأسنان الخيشومية والحويط مع مسيرة الدم في الحويط . الأوعية الواردة داكنة ، والأوعية الصادرة فاتحة (في أسماك كثيرة تكون الأسنان الخيشومية رفيعة) . (ج) جزء من عبط واحد ، مكبر جدا ، تحوى كل صفيحة خيشومية على شعيرات حيث يتأكسج الدم . (د) وضع الحويط الخيشومية أثناء عملية التنفس . سريان الدم والماء موضح بأسهم كاملة ومقطعة على التوالي . (جزئيا عن جولد هيميت ، أسكارس ، برنتيس هول ، ص ٦٦)

٢٤ - ٣١ الجهاز التنفسي (أشكال ٢٤ - ١٢ ، ٢٤ - ١٣)

يتنفس الفرخ بواسطة الحياشيم . يوجد على كل جانب من البلعوم ٤ حياشيم في غرفة خيشومية عامة يغطيها غطاء الحياشيم . يتكون الخشوم من صف مزدوج من الخيوط الخيشومية الرفيعة ، يحمل كل خيط عديد من الصفائح العرضية الدقيقة تغطي بطلائية رقيقة وتحتوى على شعيرات وسط بين الشرايين الخشومية الواردة والصادرة . يحمى كل خيشوم قوس خيشومى غضروفي ، ولحافه الداخلية أسنان خيشومية تمتد تحمى الخشوم من الجسيمات الصلبة وتسمح بمرور الطعام إلى الخارج خلال الفتحات الخيشومية . أثناء التنفس يقلل غطاء الحياشيم ويتسع تجويف الفم ساحبا الماء إلى داخله . في نفس الوقت تتسع الغرف الخيشومية محدثة إنخفاضاً في الضغط داخلها عنه في الفم وبذا ينساب الماء فوق الحياشيم . بعد ذلك ينقبض تجويف الفم ، وتقلص صمامات الفم تمنع خروج الماء من فتحة الفم ، فيدفع الماء فوق الحياشيم . تنقبض غرفتا الحياشيم دافعة الماء للخارج خلال فتحتي الغطاءين (شكل ٢٤ - ١٣) . وهكذا يعمل تجويف الفم بالتبادل مع غرفة الحياشيم كمضخة ماصة ومضخة كاسبة لتحتفظ بـسريان ثابت للماء خلال الحياشيم . لكل خيشوم صف مزدوج من الخيوط ، أثناء التنفس تتباعد خيوط كل صف عن خيوط الصف الآخر في كل خيشوم لتتلامس خيوط الخشوم المجاور (شكل ٢٤ - ١٢ د) . يكون اتجاه سريان الدم في الصفائح الخيشومية عكسياً مع اتجاه سريان الماء بينهم ، مما يضمن الأكسجة الكاملة للدم من خلال ميكانيكية التيار المضاد . يدخل الدم الغير مؤكسج إلى الصفائح ويواجه الماء الموجود به كمية كبيرة من الأوكسجين



شكل ٢٤ - ١٣ : ميكانيكية التنفس في الأسماك. قطاعات جبهة تنحطية (فصوص الصمام القمى هي حقيقة ظهريّة وطنية) ، تبن الأسمه مسارات تيارات الماء القرش . (أ) يدخل الماء القم الموجود على الجهة البطنية . ثم يقفل القم وترتفع أرضية منطقة القم لتدفع الماء فوق الخياشيم خلال الفتحات المنفصلة . أسماك عظمية . (ب) شفق : يقفل غطاء الخياشيم ، يفتح الصمام القمى ، يتسع التجويف ، فيدخل الماء . (ج) زفير : يقفل الصمام القمى ، ويقتض التجويف القمى ، ير الماء فوق الخياشيم في تحايف عامة على جانبى البلوم ثم الخارج من تحت الغطاء . (مخرج من بواس)

أثناء مروره إلى الجانب العكسي ، وبذا يستمر التقاط الأوكسجين أثناء مرور الدم خلال الخياشيم .
تحتاج السمكة إلى إمداد دائم بالماء الحمل بالأوكسجين وتموت سريعاً مختنقة إذا أبعدت من الماء ، أو
إذا كان الماء خالياً من الأوكسجين ، التعبير القائل « يشرب كالسمكة » خاطيء لأنه يخلط بين
الشرب وعملية التنفس إذ أن معظم أسماك الماء العذب لا تشرب وتحصل على السوائل في المعدة مع
الطعام . أما الأنواع التي تعيش في الماء المالح فإنها تشرب .

يحتل كيس كبير دقيق الجدار هو المثانة الهوائية أو مثانة العمود الجزء الظهري من تجويف الجسم .
تتصل المثانة بالعلوم بقناة هوائية في بعض الأسماك ولكنها لا توجد بالفرخ . تمتلئ المثانة بالغازات
(أ ، ب ، ك ، د) وتعمل كمضخة توازن ليضبط الكثافة النوعية للسمكة مع كثافة الماء على
أعماق مختلفة بإفراز أو امتصاص الغازات خلال أوعية دموية موجودة بجدار المثانة ، يمكن للسمكة
أن تضبط كثافتها النوعية ببطء أثناء حركتها من عمق لآخر . إذا سحبت السمكة فجأة من عمق
كبير فيمكن للضغط العالي داخل المثانة أن يدفع بالمعدة خارج الفم عند وصول السمكة إلى سطح
الماء .

٢٤ - ٣٢ الجهاز الإخراجي

تقع الكليتان الداكنتان الرفيعتان على الناحية الظهرية بين المثانة الهوائية والفقرات . تحمل المواد
المتخلفة النيتروجينية السائلة المزالة من الدم من كل كلية للخلف في حالب أنبوى . ويصب الحالبان
في مثانة بولية تفرغ ما بها للمخارج من خلال جيب بولى تناسلي .

٢٤ - ٣٣ الجهاز العصبي وأعضاء الحس

دماغ الفرخ قصير ، الفصان الشميان ، ونصفا الكرة المخيان والمخ البيني أصغر من مثيلاتها في
القرش ، بينما الفصان البصريان والمخيخ أكبر من تلك التي بالقرش . يوجد ١٠ أزواج من الأعصاب
الرأسية . يغطي الحبل العصبي بالأقواس العصبية ويعطى زوج من الأعصاب الشوكية الجانبية لكل
قطعة من قطع الجسم . يحتوي الكيسان الشميان الموجودان على البوز على خلايا حساسة للمواد
المذابة في الماء . براعم التذوق توجد داخل الفم وحوله . العيون الكبيرة يحتمل أن ترى بوضوح
الأشياء القريبة فقط ولكنها تستخدم في إكتشاف الأشياء المتحركة فوق الماء كحركة رجل يمشي على
الشاطئ . تحتوي الأذن الداخلية على ثلاث قنوات نصف دائرية وحصة سمعية تستخدم في حاسة
التوازن . لا توجد طبلية للأذن أو أذن وسطي . لجهاز الخط الجانبي امتدادات مختلفة على الرأس
ويؤدي نفس الوظائف التي يؤديها في القرش (فقرة ٢٤ - ١٨) .

٢٤ - ٣٤ جهاز التكاثر

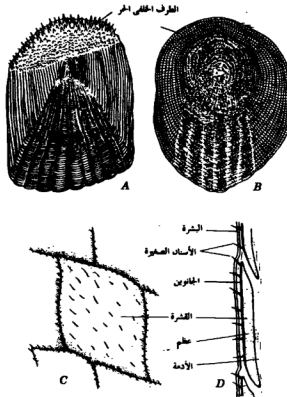
تكرر الخصيتان في الذكر في موسم التناسل ، وعند التزاوج يمر المنى من كل خصية في قناة ناقلة
ليخرج من الفتحة البولية التناسلية . في الأنثى يمر البيض من المبيضين الملتصحين خلال فتان البيض .

تركيب الأسماك العظمية الأخرى

تشابه الأسماك العظمية في الشكل والتركيب العامين لدرجة كافية فجميعها أفراد في طائفة الأسماك العظمية ، ولكنها تختلف فيما بينها في تفاصيل كثيرة . أسماك كثيرة لها نفس التشكيل العام لسمكة الفرخ ، فالفلوندر (سمك مفلطح) ، وسمك موسى ، وبعض أسماك الشعاب الاستوائية أجسامها رقيقة ، ثعبان السمك طويل ورفيع ، وسمك الشبم كروي (شكل ٢٤ - ٨) .

٢٤ - ٣٥ القشور

تغطي معظم الأسماك العظمية بقشور متراكبة (شكل ٢٤ - ١٤) . فالقشور منفصلة ودقيقة في ثعبان السمك ، صغيرة ومتدنة في بعض الأسماك المفلطحة وشوكية في أسماك الشبم . يصل عرض القشرة في سمك الطربون إلى ٢ بوصة (٥ سم) ، بينما كثير من الأسماك ليس لها قشور . يحمل الجزء الخلفي الظاهر من القشرة في سمك الفرخ وأسماك أخرى كثيرة أشواكاً دقيقة مكونة قشرة مشطية . أما القشور الأخرى فهي تنقصها هذه الأشواك فتسمى قشور دائرية . وأسماك أخرى لها قشور جانوبدية مغطاة بالميثا . في سمكة الجذع تُنزع الرأس والجسم بقشور ثقيلة .



شكل ٢٤ - ١٤ : قشور الأسماك العظمية ، مكبرة . (أ) المشطية (بأسنان رقيقة) . (ب) الدائرية . (ج) ، (د) الجانوبدية (ليزوستيوس) في منظر سطحي وقطاع عمودي

تكثير القشور طوال الحياة ، ولا يوجد انسلاخ لغطاء الجسم . ينتج عن النمو في كثير من الأنواع مجموعة من الحيود المركزية على القشرة . بعد توقف النمو أثناء الشتاء فإن الحيود الأولى لموسم النمو التالي تكون « خطأ شتوياً » محدداً ، مما يمكن من تحديد العمر في السلون ، التراوت ، الباس وآخرين .

معظم الأسماك لها ألوان ثابتة ، ولكن بعضها يغير لونه وذلك بتركيز أو إنتشار الصبغ في الخلايا الصبغية، الأسماك المفلطة وبعض الأنواع الأخرى يمكنها تماماً محاكاة القاع التي ترقد عليه فالأسماك التي تعيش في ظلام دائم في أعماق البحار تكون غالباً سوداء اللون .

٢٤ - ٣٦ الزعانف

تختلف الزعانف في الشكل ، والحجم والوضع . فتكون الزعانف الصدرية عادة قريبة من الفتحات الخيشومية ، وتوجد الزعانف الحوضية على البطن في التراوت ، قريه من الفتحات الخيشومية في الفرخ ، وعلى الحلق في البلينى ، وغير موجودة في ثعابين السمك . الزعنفة الظهرية يمكن أن تكون أحادية ، أو عديدة ، أو مستمرة بطول الظهر . يوجد بسمك السلون والأسماك القطبية بجانب الزعنفة الظهرية الأحادية ، زعنفة صغيرة لحماية أو دهنية في الحلف . في سمك التوب مينو وأنواع أخرى ولودة يتحور الجزء الأمامى من الزعنفة الشرجية ليصبح عضو سفاد .

تاريخ طبيعى

٢٤ - ٣٧ الإنتشار (التوزيع)

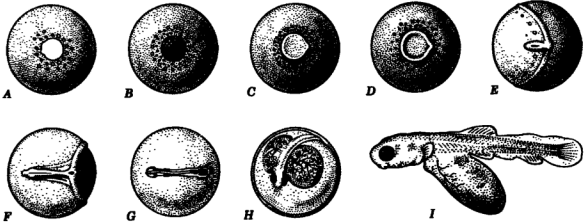
تواجد الأسماك من البحار القطبية حتى خط الاستواء ، ومن السطح إلى أعماق تزيد عن ٣٠٠٠ قدماً (٩١٠٠ متراً) وفي بحيرات على عمق أكثر من ١٥٠٠٠ قدماً (٤٢٠٠ متراً) في الانديز ، وتعيش الأسماك في أماكن متباينة في الماء المفتوح ، وعلى القيعان الرملية أو الصخرية أو الطينية ، في شقوق الشعاب ، في الخلجان المالحة ومصبات الأنهار ، وفي الأنهار والبحيرات العذبة أو القلوية ، وفي مياه الكهوف ، وفي الينابيع الحارة حتى درجة ٩٣ فهرنهايت (٣٣° م) . معظم الأسماك لها مدى حرارى محدد من ١٢ - ٥١٥ ف (٦ - ٥٨ م) تعيش فيه - ولكن المبروك والسمكة الذهبية يمكنها تحمل مدى حرارى أوسع . وأسماك الثلج تعيش في القطب الجنوبي عند ٥٣٠ ف (١٠١،١- م) .

أسماك عديدة ، كما في الطيور ، تقوم بهجرة موسمية . فالبراكودا وأم سيف تهاجران شمالاً في الربيع وجنوباً في الخريف في هجرة عرضية (خط العرض) ، ويهاجر سمك التونة عبر المحيط (الباسيفيكي) من كاليفورنيا لليابان . السلون ، والشاد ، والباس المخطط وبعض التراوت تهاجر من الماء المالح للماء العذب لوضع البيض وتسمى الأسماك الصاعدة ، وتنعكس هذه العملية في ثعبان سمك الماء العذب وتسمى الأسماك الهابطة ، بكالاه ورنجة المحيطات تقوم برحلة بحوار الشاطئ لتضع البيض على الشواطئ وعلى صخور في ماء قليل العمق . بعض أسماك الأعماق (gig العميق) تقوم بهجرة عمودية يوميا .

٢٤ - ٣٨ العادات

الفواصون المعاصرون الذين يفرسون في الماء على أعماق ليست غائرة يحملون الخزانات الهوائية للغوص لفترات طويلة ومجهزون بآلات تصوير وأضواء قوية ، يعلمون الكثير عن عادات الأسماك . بعض الأنواع نشطة طول الوقت ، وبعضها ساكن بالليل ، وقليل منها ليلي النشاط ، بعض أسماك الراس تنام مستلقية على جنبها . تسبح أسماك مجارى الماء العذب عادة ضد التيار لتحفظ مكانها ، وتيسر التنفس ، وتحصل على الطعام ، وذلك يمكن رؤيته في جندول للماء أو مكان للتفريخ . تكون الأنواع البحرية نشطة في كل المواسم ، ولكن أنواع كثيرة من أسماك الماء العذب تصير خاملة أثناء الشتاء ، وتنزل إلى المياه الأعمق في البحيرات والأنهار ، ويقتصر الأبيض في سمك الكارب على الأيض اللاهوائي . بعض الأسماك تعيش وحيدة وبعضها جماعية تعيش في أسراب يختلف الأحجام ، بعض أسراب الرنجة يختلف عددها من بضعة آلاف إلى عدة ملايين من الأفراد .

تسمح معظم الأسماك بالتموجات الجانبية للجسم والذيل التي تؤدي إلى دفعة خلفية ضد الماء . وتنتج هذه الحركات الانقباضات المتبادلة للعضلات على الجانبين . أما الزعانف الأخرى فتعمل أساساً على حفظ التوازن وتغيير الاتجاه ، ولكن بعض الأسماك تستخدم الزعنف الظهرية أو الشرجية وأحياناً الزعنفتين الصدريتين في السباحة . يمكن أن تعمل الزعنفتان الحوضيتان وأحياناً الصدريتان كفراجل (كحاة) ، والجسم الإنسيابي لأسماك كثيرة كفاء للحركة السريعة .



شكل ٢٤ - ١٥ : التكوين المبكر لسكة التراوت العظمية . (أ) القرص الجرغومي (الأبيض) يتركز بعد الإخصاب . (ب) الضلع جزئي . (جـ ، د) تكوين الجسترول ، يستطيل القرص الأول في محور الجنين المستطيل . (هـ) يبدأ الخط البدائي ، ويتشعب القرص الأول . (و) تتكون الأنبوبة المعوية ، تحيط الطبقة الأولية بالبحر . (ز) الجنين وبه حويصلات العين والأذن و ١٨ قطعة مزودمية . (ح) البهجة ذات العينين - حينئذ له عينان كيرتان ، تتشعب الأوعية الدموية فوق المح . (ط) طور كيس المح للفقس الصغير . (أ - ز ، عن هينجوى ، ١٨٨٨) .

يمكن لسماك التراوت ، والسالمون وأسماك أخرى أن تقفز أو تثب من الماء على خضرات عندما تكون متبعة لفريسة ، فتصبح مسرعة إلى السطح حيث تحملها قوة الدفع فقط إلى الهواء الأقل كثافة ، سمك أبو منقار يرق على السطح مدفوعاً بواسطة الذيل الذى يبقى غائصاً في الماء . تترك الأسماك الطائفة الماء لتنزلق أو لتحوم في الهواء . هذه الأسماك تسبح بسرعة ثم تدرج بجسمها فوق السطح بينما ذيلها الغائص يتذبذب جانبياً ٧٠ مرة في الثانية (يمكن أن تتذبذب الزعانف الصدرية نتيجة لحركات الجسم) ، يمكن أن تصل السرعة إلى ١٠ متر في الثانية (٢٢ ميل في الساعة) . ثم تمتد فجأة الزعانف الصدرية العريضة وترتفع السمكة وتنزلق لمدة تصل إلى ٢٠ ثانية قاطعة عدة مئات من الأمتار تساعدها أحياناً حركات الذيل ، حيث أن الفص البطنى للزعنفه الذيلية يكون ملامساً للماء .

٢٤ - ٣٩ الطعام

تتغذى قلة من أسماك الماء العذب وبعض الأنواع البحرية على النبات المائى . أسماك المبروك والأسماك الماصة تسحب مواد القاع التى تحتوى على الطحالب واللافقاريات الدقيقة . ولكن معظم الأسماك مفترسة . فتتغذى أساساً على اللافقاريات المائية أو الأسماك الأخرى . وتختلف طرق التغذية اختلافاً كبيراً .

٢٤ - ٤٠ الحيوانات المفترسة

تعتبر الأسماك غذاءً ثابتاً لبعض الأسماك الأخرى ، وللثعابين المائية ، ولبعض السلاحف المائية وللمساح الأمريكى ، ولأنواع كثيرة من الطيور البحرية ، وللبشون ، وصيداوا السمك ، والثدييات مثل الفقعات ، والمثك ، والقضاعة (تلعب الماء) والدببة . يفترس البيض وصغار الأسماك بواسطة حشد من الحيوانات المائية . ويعتبر الإنسان مفترس هام للأسماك .

٢٤ - ٤١ التكاثـر

معظم الأسماك بيوضة ، ولو أن أنواع كثيرة بصفة فردية أو بعض المجموع ولودة ، تحمل أهاك الجامبوزيا والفرخ الولود عدداً قليلاً من الصغار في كل مرة ، بينما تنتج الأسماك البيوضة عدداً كبيراً من البيض ، يضع تراوت الجداول من ٨٠ إلى ٥٦٠٠ بيضة حسب حجمه ، ويضع سلمون الأطلسنى حتى ١٧٠٠٠ بيضة ، والبكالاأ أكثر من ٦ مليون بيضة ، وسمكة الشمس التى تعيش في المحيط ٣٠٠ مليون وغالباً ما ينتفخ جسم الأنثى بالبيض الناضج قبل وضعه مباشرة ، قد يحدث تغيرات في اللون أو بعض الصفات الأخرى مثل الفكوك الخطافية في السالمون ، وذلك في الذكور لموسم التزاوج . وتسبق استعراضات الغزل وضع البيض في مختلف أنواع الأسماك . بعض الأسماك تقم عشوشا للبيض ، ويمكن أن يقوم أحد الوالدين أو كلاهما بحراسة البيض . يفقس بيض بعض الأسماك البحرية كيرقات صغيرة شفافة خلال ساعات قليلة . ويفقس بيض معظم أنواع الماء العذب الإستوائية في ٢٠ إلى ٤٨ ساعة . وعلى النقيض يحتاج بيض تراوت الجداول إلى ٤٤ يوماً عند درجة

حرارة من ٥٠ - ٥٢ فهرنهايت (١٠ - ١١ م°)، و ٩٠ يوماً أو أكثر عند درجة حرارة أقل من ٤٠ فهرنهايت (٤ م°). تشبه صغار بعض الأسماك الولودة الأبوين عند الولادة. وآخرون يولدوا في طور يرق ثم يأخذوا شكل الحيوان البالغ بالتدرج (شكل ٢٤ - ١٥).

عندما يفقس بيض الأسماك المفلطحة وسماك موسى تكون الصغار متائلة جانبياً، عين على كل جانب. ولكن وفي سن حديثة تبدأ إحدى العينين في الهجرة إلى الجانب المقابل وهو الجانب الأعلى لأن السمكة ترقد على القاع.

تختلف الفترة الزمنية للنمو حتى النضوج الجنسي باختلاف الأنواع. فصغار الجامبوزيا يمكن أن تنضج وتتناسل قبل أن يصل عمرها إلى أربعة أشهر، بينما سمك السالمون الملوكي الذي يعيش في نهر يوكاكا يتطلب من ٥ - ٦ سنوات قبل وضع البيض. ومعظم الأسماك تعيش لتتناسل في عدة مواسم متعاقبة، ولكن أفراد سلمون المحيط الباسفيكي (أونكورينكوس) تنمو حتى تنضج جنسياً وتتناسل مرة واحدة، ثم تموت.

٢٤ - ٤٢ العلاقة بالإنسان

ترجع أهمية الأسماك كغذاء للإنسان من العصر الحجري القديم، حيث ترك الإنسان عظام الأسماك في «قمامة المطبخ» حتى يومنا الحالى، وتنتج المصايد العالمية أكثر من ١٠٠ بليون رطل سنوياً من الأسماك البحرية وأسماك الماء العذب (أكثر من ١٥٢ بليون عام ١٩٧٠)، ويعمل بها آلاف الأشخاص، ولكن بعض المصايد الآن هبط إنتاجها، وذلك بسبب الإفراط في الإنتاج والتلوث. لحم معظم الأسماك أبيض اللون (أو عمر) ورقاق القوام. ويحتوى على ١٣ - ٢٠ في المائة بروتينا وقيمته الغذائية هي ٣٠٠ - ١٦٠٠ كالورى/رطل (١٣٦ - ٧٢٧ كالورى/كيلو جرام) معتمدة على ما يحتويه من زيوت (إلى ١٧٪ في السلمون).

تتلف الأسماك بسرعة بعد صيدها فيجب إستهلاكها فوراً أو حفظها. فهي تتلجج أو تجمد لتبقى بحالتها الطازجة. وتحفظ الأسماك بالتعليق، والتجفيف، والتدخين، والتعليب. يستخدم زيت السمك الخام في الأصباغ، والمبيدات الحشرية، وتشكل الزيوت النقية من كبد البكالة وأنواع أخرى مصدراً مركزاً للفيامين د.

فضلات مصانع التعليب وأسماك كاملة من أنواع أخرى تطحن وتجفف كوجبات بأشكالها المختلفة، وتستخدم كغذاء للإنسان، وللحيوانات المنزلية المدللة والدواجن، كما تستخدم كسماد. يحضر الغراء السائل من رؤس الأسماك ومن البقايا الناتجة عن تنظيفها. لحم بعض الأسماك الإستوائية سام في فترات معينة.

رياضة صيد السمك هي ترويع عن النفس خارج المنازل لآلاف من الأشخاص. كما تجبر مصدراً للطعام. يتفق صيادوا السمك بالسناورة ملايين الدولارات سنوياً في متابعة أسماك التراوت، السالمون، والفرخ، والباص وأسماك الصيد الأخرى. ترى حكومات الولايات والحكومة الفيدرالية في الولايات المتحدة ملايين من أسماك التراوت وبعض الأسماك الأخرى في مفرخات ثم ترعهم

في المجلرى المائية والبحيرات لتحل محل الأسماك التى صاها الصيادون .

تحفظ وترى أنواع كثيرة من الأسماك فى البرك أو أحواض التربية بواسطة هواة تربية الأسماك وأشخاص آخرين . تحتفظ معاهد عامة كثيرة بأحواض زجاجية كبيرة تعرض فيها أسماكاً محلية وأسماكاً أجنبية (غريبة) . زراعة الأسماك فى البرك فى وسط أوروبا والشرق ، وخاصة سمك الكارب (المبروك) ، تمد سكان هذه المناطق بكمية كبيرة من البروتين . ويوزع البلطى حالياً بوفرة للغذاء فى المناطق الاستوائية وأماكن أخرى ، وتزرع الأسماك القبطية فى البرك فى الولايات المتحدة . أوضحت التجارب التى أجريت فى الولايات المتحدة وأماكن أخرى بأن إضافة الأسمدة الطبيعية أو الكيميائية إلى برك الأسماك يزيد فى سلسلة الغذاء (دياتوم - طحالب - لافقاريات) التى تعتمد عليها الأسماك ، ويمكن إنتاج ٢٥٠ رطل (١١٣ كيلو جرام) أو أكثر من الأسماك فى أكر (فدان انجليزى) واحد سنوياً . بتغذية الأسماك القبطية تغذية كاملة فى مزارع البرك فى الولايات المتحدة أمكن إنتاج أكثر من ٢٠٠٠ رطل (٩٠٠ كيلو جرام) فى الأكر (الفدان الانجليزى) .

تكاثرت سمك الجامبوزيا أفينيس وانتشرت إنتشاراً كبيراً ليساعد فى الحد من البعوض والملاريا وذلك بالتهامة ليرقات البعوض .

٢٤ - ٤٣ الأسماك الحفرية

يحمل أن تكون الأسماك العظمية قد نشأت من أسماك بدائية أثناء العصر السيلورى . كان هناك أنواع عديدة قديمة ، كما ظهر فى الحفريات ، قبل ظهور أسلاف الأسماك الحديثة . فمن بقايا أحياء العصر الميزوزوى يوجد البشر الأفريقى ، وأبو ملقمة (بوليودون) فى وادى الميسيسى ، وسمك الحفش . وأسماك رتبة سيلاكانتينى القديمة لم تتغير كثيراً عن أسماك العصر الكربونى حتى العصر الطباشيرى ، فكانت تحفر منقرضة لمدة طويلة ولكن لوحظ حديثاً أن عدة أفراد من نوع كبير يسمى لاتيماريا كالومنى تتبع هذه الرتبة قد صيدت من مياه جنوب شرق أفريقيا .

مراجعة

- ١ - ما هي طوائف الفقاريات الحية التي تسمى حقيقة « بالأسماك » ؟ هل لها مميزات عامة ؟
- ٢ - لماذا تعبر اللامبريات وأسماك الهاج أدناً الفقاريات ؟ متى انقرضت أقرب طائفة تمت لها بصلة ؟
- ٣ - كيف تختلف دائريات الفم عن الأسماك الغضروفية فيما يخص الزعانف والقشور ؟
- ٤ - صف تاريخ الحياة للامبرى طفيل .
- ٥ - ما هي الصفات التي تميز الأسماك الغضروفية عن دائريات الفم ؟ عن الأسماك العظمية ؟
- ٦ - إلى أى طائفة ينتمى كل من الآتى : القوقع ، ثعبان السمك المخاطى ، الكيميرا ، سمك القرش ؟
- ٧ - كيف يختلف الجهاز التنفسي من ناحية التركيب والوظيفة في اللامبرى ، والقرش ، والكارب (المبروك) .
- ٨ - تكلم عن نظرية أقرب إلى الصواب عن أصل الزعانف المزدوجة في الأسماك .
- ٩ - في أى أنواع الأسماك توجد الأنواع التالية من القشور : الدائرية ، القرصية ، المشطية ؟ كيف تنمو القشرة في سمك عظمى ؟

الفصل الخامس والعشرون

البرمائيات والزواحف طائفة البرمائيات

تضم البرمائيات السلمندر الحية (رتبة البرمائيات الذيلية) ، العلاجيم والضفادع (رتبة البرمائيات اللاذلية) ، السيسيليات الإستوائية عديمة الأطراف (رتبة جيمنوفونا) ، وبعض الأنواع الحفرية المختلفة من العصر الديفوني وما بعده . اسم الطائفة يدل دلالة ملائمة على أن معظم الأنواع تعيش جزئيا في الماء العذب وجزئيا على الأرض . والبرمائيات هي باكورة رباعيات الأقدام أو الفقاريات الأرضية . نشأت من غير شك من سلف يشبه السمكة في العصر الديفوني . وقد هيأهم عدة صفات جديدة للحياة على الأرض ، مثل وجود الأرجل بدلا من الزعانف ، اتصال فتحات الأنف بتجويف الفم ، وجود الرئات لتنفس الهواء ، وأعضاء الحس التي تعمل في الماء والهواء . تستخدم البرمائيات كغذاء للفقاريات المختلفة بما فيها الإنسان ، كما تستخدم أنواع كثيرة في تدريس البيولوجيا والبحوث العلمية (شكل ٢٥ - ١)

٢٥ - ١ المميزات (النماذج الحية)

- ١ - الجلد رطب وغدي ، لا توجد قشور .
- ٢ - زوجان من الأطراف للمشي أو السباحة (لا توجد زعانف مزدوجة) ، أصابع الأرجل من ٤ إلى ٥ أو أقل (لا توجد أطراف في السيسيليات ، كما لا توجد أطراف خلفية في فصيلة سمينيدي) ، أن وجدت الزعنفة الوسطية فهي بدون أشعة زعنفية .
- ٣ - فتحات الأنف ٢ ، متصلة بتجويف الفم ، وتوجد بها صمامات لإستيعاد الماء لتساعد في التنفس الرئوي ، العينون غالبا بمجفون متحركة ، طبلة الأذن في الخارج في العلاجيم والضفادع ، الفم عادة به أسنان صغيرة ، اللسان غالبا قابل للامتداد للخارج .
- ٤ - الهيكل معظمه من العظم ، للجمجمة لقمتان قفويتان ، الضلوع أن وجدت تكون غير متصلة بالقص .
- ٥ - القلب له ثلاث غرفات ، أذنين وطين واحد ، زوج (أو ثلاثة) من الأقواس الرئوية ،

خلايا الدم الحمراء بيضاوية ولكل نواة .

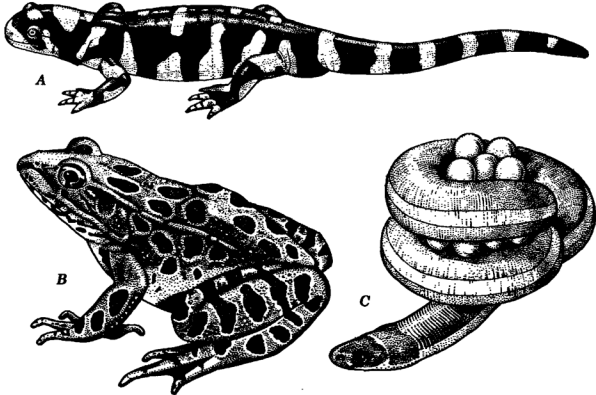
٦ - التنفس بالخياشيم ، والرئات ، والجلد ، أو بطانة الفم ، كل على حدة أو مجتمعين ، توجد الخياشيم في بعض أطوار دورة الحياة ، توجد الأحبال الصوتية في العلاجم والضفادع .

٧ - الدماغ له ١٠ أزواج من الأعصاب الرأسية

٨ - درجة حرارة الجسم متغيرة (متغيرات الحرارة)

٩ - الإخصاب خارجي أو داخلي ، غالبا بيوضة ، البيض به بعض المح ومحاط بأغلفة جيلاتينية ، التفليح تام ولكن غير متساوي ، لا توجد أغشية جنينية غالبا لها طور يرقى مائى يصبح بعد التحور حيوانا بالغا .

الرأس والعنق واضمحان في السلمندر ، الجذع طويل . هو إما إسطوانى أو مضغوط من الناحية الظهرية البطنية ، وله ذيل طويل . للعلاجم والضفادع رأس وجذع ملتحمين في جسم عريض مضغوط بدون عنق أو ذيل ، الأطراف الأمامية قصيرة ، والأطراف الخلفية طويلة وطيلة الأذن مكشوفة . أما السيسيليات فهي بدون أطراف وتشبه الدودة ، وبجلدها قشور داخلية صغيرة .



شكل ٢٥ - ١ : أمثلة للرماليات . (أ) السلمندر النمر (أميسوما) بهنهم رتبة الرماليات الليلية) .
(ب) الضفدع الأرقط (رانا بيسس ، فوق رتبة الرماليات الليلية) . (ج) سيسيليات إسرائية ، برمانى عديم
الأطراف (أكتيلوس جلوتينوزوس ، رتبة جيموفلونا) .

يتراوح طول السلمندر بين ٣ ، ٨ بوصات (٧,٦ إلى ٢٠,٣ سم) . ينمو السلمندر العملاق أندرياس جابويكوس إلى ٦٩ بوصة (١,٧٥ متراً) طولاً ، بينما يكون طول السلمندر المكسيكي (ثوبوس بناتولوس) ١,٥ بوصة (٣,٨ سم) . يوجد الضفدع العملاق (كونزو جوليائ) في الكامبيون الأفريقي وينمو حتى ١٢ بوصة (٣٠,٥ سم) تمثل طول الرأس والجذع ، وأصغر البرمائيات اللاذلية هي عذجوم الشجر الكوي (ممنيلوس ليمباتوس) فيكون طولها بعد النمو $\frac{3}{4}$ بوصة (سنتيمتر واحد) . يتراوح طول معظم العلاجم والضفادع بين ٢ - ٥ بوصات (٥ - ١٢,٧ سم) عندما تكون كاملة النمو .

تركيب الحيوان البرمائي

الضفدع

٢٥ - ٢ الصفات الخارجية

الرأس والجذع ملتصقان عرضياً ، ويوجد زوجان من الأرجل أو الأطراف . يغطي الحيوان جميعه بجلد رطب ناعم لين . وتحمل الرأس فما عرضياً متسعاً لتناول الطعام ، توجد فتحتان أنفيتان صغيرتان (فتحتا الأنف الخارجية) قريباً من طرف البوز وعينتان كبيرتان كرويان ، وخلف كل عين توجد طيلة الأذن المسطحة ، أو الغشاء السمعي الذي يستقبل الموجات الصوتية . لكل عين جفن علوى معتم لحمى وجفن سفلى أصغر يوجد تحته ويلتحم به جفن ثالث شفاف (غشاء رامش) يمكنه الحركة إلى أعلى فوق مقلة العين حتى تبقى رطبة في الهواء ويحميها عندما تكون تحت الماء . عند نهاية الجسم توجد فتحة الشرج ، أو فتحة الجمع ، وهي فتحة صغيرة يطرد من خلالها متخلفات الطعام ، ومتخلفات الإخراج السائلة (البول) من الكليتين ، والخلايا الجنسية (البيض والملى) من أعضاء التكاثر (شكل ٢٥ - ٢) .

تتضمن الرجل الأمامية القصية (الذراع) على العضد ، والساعد ، والمعصم ، واليد . واليد راحة صغيرة بها درنات من أسفل ، وأربعة أصابع وإبهام ضامر . وتشتمل الرجل الخلفية على فخذ ، وساق ورجل سفلى ، ورسغ القدم . ثم القدم الطويل وله أحمص ضيق (مشط القدم) وخمسة أصابع قدم متصلة بغشاء رقيق عريض .

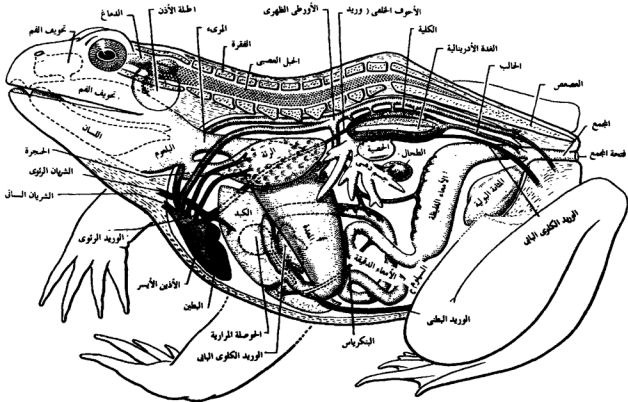
٢٥ - ٣ غطاء الجسم

يشكل الجلد الرقيق المرن الذى يغطي الحيوان كله حماية طبيعية ، فطرد الكائنات التى تسبب الأمراض ، ويستخدم فى التنفس ، وهو الوسيلة لإمتصاص الماء ، لأن الضفدع لا يشرب . وكما هو الحال فى جميع الفقاريات الأرضية يحتوى الجلد على بشرة طبقية خارجية ، وتحتها أدمة ، والإنتان تتكونان من عدة طبقات من الخلايا . الخلايا القاعدية للبشرة (طبقة مولدة تنتج طبقات متتابعة من الخلايا تتحرك فى اتجاه الخارج وتتفطح ، وتصبح الطبقة الخارجية غطاء قريباً رفيعاً . تتكون طبقة جديدة تحت الغطاء القديم كل شهر تقريباً فى فصل الصيف ، وينسلخ الغطاء القديم أو يتآكل . فينشق عند الظهر ثم ينفصل شيئاً شيئاً قطعة واحدة بواسطة اليدين وعادة يتلعنه الضفدع . تتكون الأدمة أساساً من

نسيج ضام . جزؤها الخارجى إسفنجى ويحتوى على غدد وخلايا صبغية فوق طبقة قائمة من الألياف والحيويات . والجزء العميق هو طبقة متناسكة من ألياف النسيج الضام المشابكة مسببة مرونة الجلد في طبقة الأدمة وتحته توجد أعصاب وأوعية دموية لها أهمية في التنفس الجلدى . والجلد في الضفادع والعلاجيم ، خلافا لما هو موجود في الفقاريات الأخرى ، يلتصق بالجسم فقط في خطوط محددة طويلة .

تنتج غدد الجلد إفرازات تمر للخارج على سطح البشرة خلال قنوات رفيعة . الغدد المخاطية كثيرة وصغيرة وتفرز سائلا مائيا عديم اللون يحفظ الجلد رطبا ، لامعا ولزجا . إذا قبض على الضفدع بخشونة أو وضع في كلوروفورم ، فإن الغدد السامة القليلة الكبيرة الحجم تصب إفرازات أبيض شبه قلويا له طعم لاذع يحمي الحيوان إلى حد ما من الحيوانات المفترسة .

تلون الجلد حبيبات صبغية معبرة في البشرة وخلايا صبغية في الأدمة - خلايا سوداء بها صبغ أسود أو بنى ، وخلايا صفراء بها صبغ أحمر أو أصفر - وحاملات الجوانين وبها بللورات مبيضة اللون تلون الضفادع عادة بلون مشابه للوسط المحيط بها وذلك كحماية لنفسها ، فيكون لونها أخضر أو بنى على السطح الظهري والجانين ، وشاحب مبيض على السطح البطني . لا يوجد صبغ أخضر ، ينتج اللون السائد من تداخل لونين والأصباغ تمتص بعض أشعة الضوء وتعكس الأخرى (لون كيميائى) ومن التركيب الميكروسكونى للطبقات الخارجية للجلد التى تعكس بعض الألوان



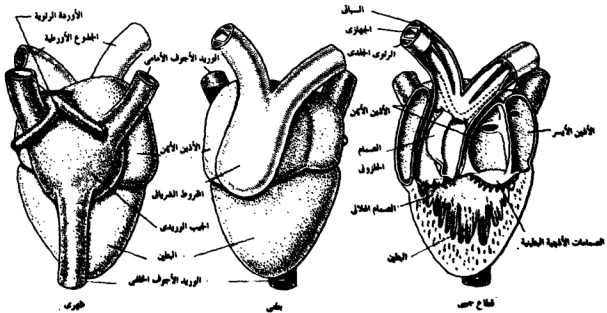
شكل ٢٥ - ٢ : الضفدع . التركيب الداخلى . الظل الداكن ، أوردة ، الظل الفاتح ، شرايين .

بجانب إفرازات من غدد بجدار الأمعاء . معظم المهضم والإمتصاص يتم في الأمعاء الدقيقة . تتحرك اليقاييا غير المهضومة ببطء إلى الأمعاء الغليظة وذلك بواسطة الحركة الدودية للأمعاء . ثم تتحول إلى براز وفي النهاية تمر للخارج خلال المجمع وفتحة الشرج .

٢٥ - ٧ الجهاز الدوري

القلب له ٣ غرف ويتكون من (١) بطين مخروطى سميك الجدار في الخلف ، (٢) أذنين أيسر وأيمن في الأمام بجدر عضلية رقيقة ، (٣) جيب وريدى رقيق مثلث الشكل على الناحية الظهرية ، و (٤) ومخروط شرياني أنبوى متين من القاعدة الأمامية للبطين (شكل ٢٥ - ٥) . تمنح الصمامات الموجودة بين غرف القلب السريان المضاد للدم . يفصل بين الأذنين حاجز بين أذنى . يوجد في المخروط الشرياني صمام حلزوى رقيق مبروم . يغطى القلب غشاء رقيق هو غشاء التامور ويحيط به كيس من نفس المادة .

ويكون دوران الدم كالتالى . يتجمع الدم في الجيب الوريدي الذى ينقبض ليدفع الدم في الأذين الأيمن . يتجمع الدم من الرئتين في الأذين الأيسر . بعد ذلك ينقبض الأذنين ويدفعان بمحتوياتهما إلى البطين . عندما ينقبض البطين يدفع الدم المؤكسج والغير مؤكسج إلى المخروط الشرياني ولكن الصمام الحلزوى يحول معظم الدم الغير مؤكسج ، القادم من الجهة اليمنى للبطين ، داخل القوس الرئوى الجلدى ، ومعظم الدم المؤكسج ، القادم من الجهة اليسرى للبطين ، داخل القوسين السبائي والجهازى . من المعتقد أن التنفس بواسطة الجلد في الماء وعلى الأرض يعوض الفشل في ضخ كل الدم الغير مؤكسج إلى الرئتين .



شكل ٢٥ - ٥ : قلب الصدق العجل ، مكبرا .

يتجزأ كل فرع من فرعى المخروط الأيمن والأيسر إلى ثلاثة أوعية رئيسية أو أقواس ، السباق العام للرأس ، الجهازى للجسم والأحشاء ، والرئوى الجلدى إلى الرئة والجلد ، عند أنقسام السباق توجد غدة سباتية اسفنجية لتنظم التقلبات المرتفعة في ضغط الدم ، التى يسببها القلب ، في الجهاز الدورى الطرفى .

ينحنى القوسان الجهازيان حول المرى لينتحما في أبهر ظهري أوسع. يمتد للخلف تحت الفقرات . ينقسم الشريان الرئوى الجلدى إلى شريان رئوى ينقسم إلى شعيرات داخل الرئة ، وشريان جلدى يتفرع على السطح الداخلى للجلد . الجهاز الشريانى يشبه الشجرة ذات الفروع المتكررة (شكل ٢٥ - ٦)

الجهاز الوريدى إلى حد ما أكثر تعقيداً . يعيد الدم إلى الجيب الوريدى وريدان أجوفان أماميان بواسطة أوردة من الرأس ، والطرفين الأماميين ، والجلد. بينما يجمع الوريد الأجوف الخلفى الأوسط الدم من الكليتين ، المنسلين ، والعضلات الظهرية . توجد أيضاً ثلاث مسارات وريدية خاصة (١) وريدان رثويان يعيدان الدم بعد أكسجته في الرئتين إلى الأذين الأيسر ، كل الأوردة الأخرى تصب في الجيب الوريدى والأذين الأيمن . (٢) يجمع الجهاز الكبدى الباقى الدم من القناة الهضمية (المعدة والأمعاء) ونحمله إلى الكبد حيث تفتت الأوردة إلى شعيرات ، ثم يتجمع الدم في أوردة كبدية تدخل في الوريد الأجوف السفلى . تسمح الدورة الكبدية البابية بمرور بعض المواد الموجودة في الدم والآتية من القناة الهضمية لتخزن أو لتتقى أثناء مرور الدم في الكبد . في الضفدع يستقبل الوريد الكبدى الباقى وريداً بطنيا يجمع الدم من الطرفين الخلفيين (الوريدين الفخزين) ، والمثانة ، وجدار الجسم البطنى . (٣) الجهاز الكلى الباقى يجمع الدم من الطرفين الخلفيين (الوريدين الوركين والوريدين الفخزين) وجدار الجسم الخلفى ثم يتفرع إلى شعيرات داخل الكليتين . يتجمع الدم بواسطة الأوردة الكلوية ويعود للقلب في الوريد الأجوف الخلفى (لا يوجد جهاز كلوى باقى في الفقاريات العليا) .

٢٥ - ٨ الجهاز التنفسى

أعضاء التنفس هى الرئتان والجلد وبطانة تجويف الفم ، وكلها لها أسطح رطبة (طلائية) ملاصقة لأوعية دموية . يذوب أو كسجين الهواء في رطوبة السطح وينتشر للداخل إلى الدم ، بينما يمر ثانى أو كسيد الكربون في الاتجاه العكسى . الرئتان في الضفدع (شكل ٢٥ - ٧) كيسان رقيقان مرنان ، لكل ثنيات داخلية قصيرة تزيد السطح الداخلى مكونة عدة غرف صغيرة أو حويصلات مبطنة بشعيرات رئوية . تتصل كل رئة بواسطة قصبة هوائية قصيرة بصندوق الصوت أو الحنجرة خلف فتحة الزمزر .

تقوى الحنجرة بالعضاريف وتحتوى على شريطين مرنين هما الأحبال الصوتية . عندما يدفع الهواء بقوة من الرئتين تتذبذب الأحبال وتحدث نقيقاً . تنظم طبقة الصوت بواسطة شد عضلى على الأحبال .

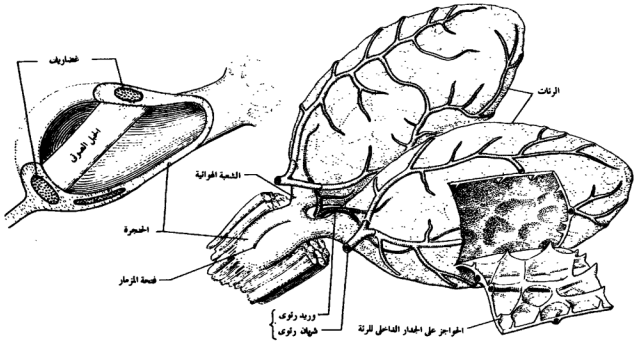
٢٥ - ٩ الجهاز الإخراجي

أعضاء الإخراج الأساسية في الضفدع كليتان طويلتان بنيتا اللون (شكل ٢٥ - ٨) توجدان على الناحية الظهرية للسيلوم والبريتون . على الناحية البطنية لكل كلية يوجد عدد كبير من الأقماع المهلبة (أقمام الكلية) يمكنها صرف المنتجات المتخلفة من السيلوم وتتصل بالأنبيبات البولية في يرقات الضفدع ولكنها تتصل بعد ذلك بالأوردة الكلوية . وهذا التنظيم التركيبي خاص بالضفادع والعلاجيم .

يمر البول المتجمع في الكلية إلى الحالب ثم إلى المجمع ويمكن أن يخرج مباشرة من فتحة المجمع أو يخترن مؤقتا في المثانة رقيقة الجدار المتصلة بالناحية البطنية للمجمع . يصل الخرج اليومي من البول في الصيف إلى حوالى ثلث وزن الضفدعة .

٢٥ - ١٠ الغدد الصماء

مثل الفقاريات الأخرى ، للضفدع عدة غدد صماء أو غدد لا قنوية تنتج الهرمونات . عند قاعدة الدماغ توجد غدة نخامية صغيرة من ثلاثة فصوص . يفرز الفص الأمامى في يرقات والصغار هورمونا منبها للنمو ينظم النمو وخاصة نمو العظام الطويلة ، كما يؤثر أيضاً على الغدة الدرقية . إزالة

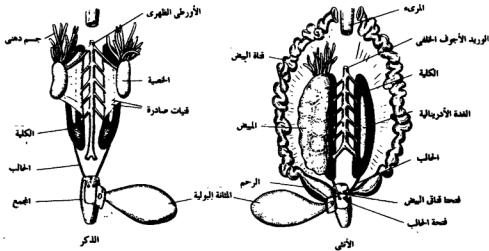


شكل ٢٥ ٧ : أعضاء التنفس في الضفدع المعجل (منظر جانبي ظهري) . اليسار : الحجرة مفتوحة وبها الحبل الصوتي الجين في مكانه .

الغدة في البرقات يؤخر نموها ولا تتحول إلى الضفداع ، وإعادة زراعة الغدة يعيد هذه الوظائف .
بتغذية البرقات أو حقنها بمستخلص من هذه الغدة تنتج برقات أضخم من الحجم العادي . في
الضفداع البالغة يفرز الفص الأمامي هرمونا منها للمناسل وهو مسئول عن خروج البيض والمني من
أعضاء التكاثر . إذا نقلت الفصوص الأمامية على أيام متعاقبة إلى أنثى بالغة لكنها غير متناسلة ، فإن
البيض ينضج على الفور ، وتضعه الأنثى ، ولو أجريت نفس التجربة على ذكر فإن الفصوص المنقولة
سوف تسرع النضوج الجنسي ، ثم التحضين ونزول الحيوانات المنوية . ينتج الفص الأوسط هرمون
الأنتريميدين الذي ينظم فعل الخلايا الصبغية في الجلد . إزالة هذا الفص يتبعها ايضاض ملحوظ ناتج
عن تركيز الصبغ . وإذا نقل إلى الضفدع بعد ذلك ينتشر الصبغ ويعود اللون العادي . الفص
الخلفي بالتاكيد ينظم دخول الماء عن طريق الجلد ، فإذا تمتع أنسلاخ البشرة القرنية وتسبب
ترسيب الصبغ فيها .

الغدة الدرقية الصغيرة تقع خلف الغضروف اللامي وتنتج هرمون الثيروكسين الذي ينظم الأيض
العام . تكبر الغدة ويكثر إفرازها في البرقات قبل إن تتحول إلى ضفداع . إذا أزيلت هذه الغدة فإن
البرقات لا تتحول . إذا حقنت الغدة أو خلاصتها في البرقات الصغيرة للضفدع الكبير ، التي عادة
يستمر طور البرقة فيها لمدة عامين ، فإن التحور يحدث سريعا .

يفرز البكرياس ، بجانب الإنزيمات الهاضمة ، هرمون إنسولين ، الذي ينظم أبيض السكر . ينتج
هذا الهرمون من مجاميع من الخلايا الخاصة ، تسمى جزر لانجرهانز . وفعل هذا الهرمون أقل وضوحا
في الضفدع ذات الدم البارد عنه في الطيور والثدييات على السطح البطني لكل كلية توجد الغدة
الكظرية (الأدرينالية) ذات الوظائف المعقدة (أنظر فقرة ٨ - ٨) . فهرموناتها تسبب ارتفاعا في
ضغط الدم ، وشحوبا بالجلد ، وبعض التأثيرات الأخرى .



شكل ٢٥ - ٨ : منظر بطني لأعضاء الإخراج والتاسل (الجهاز البول التاسل) في الضفدع . انجم
مفتوح من الجهة البطنية يوضح مدخل القنوات (مكبرا) والمثانة البولية محولة جانبا . الأورطى الظهري
والشرابين مبنية في الذكر ، والوريد الأجوف الخلفى في الأنثى ، البيض الأيسر محذوف

٢٥ - ١١ الجهاز العصبي

يوجد دماغ الضفدع في ترتيب خطي وله في الأمام نصفا الكرة المخيان المتدان اللذان ينتهيان ناحية الأمام بفصين شمين صغيرين . خلف نصفى الكرة المخين يوجد الفصان البصريان البارزان ، يتبعهما مخيخ صغير جدا . النخاع المستطيل كبير وسقفه مفتوح . ملتحم مع الحبل الشوكي من الخلف . على الناحية البطنية ، وبين المخيخ والفصين البصريين يوجد التصلب البصرى ، يليه القمع والجسم النخامى . يمتد الحبل الشوكي إلى الخلف من النخاع المستطيل داخل الأقواس العصبية للفقرات ليتنى كخيوط رفيع في العصعص . يخرج من الحبل الشوكي وبين الفقرات ١٠ أزواج من الأعصاب الشوكية ، وتظهر كحزم بيضاء لامعة على الجدار الظهرى للبطن فوق الريدون . كل عصب له جذران ، الجذر الحسى أو الظهرى ، والجذر الحركى أو البطنى (فقرة ٨ - ٦) . يلتحم الجذران بعيدا عن الحبل ليكونا العصبى الذى يمتد إلى جزء معين من الجسم أو الأطراف . على كل جانب يتصل العصب الثانى الكبير أو العصب العضدى بشبكة تعرف بالصفيرة العضدية التى تمتد منها الأعصاب إلى الطرف الأمامى ومنطقة الكتف ، وتكون الأعصاب السابع والثامن والتاسع صفيرة وركية تنتشر في الطرف الخلفى .

حددت وظائف الدماغ بدراسة سلوك الضفادع بعد إجراء تجارب لإصابتها ، أو إزالة أجزاء ، أو بالتنبية بالتيارات الكهربائية . تستخدم الفصوص الشمية في حاسة الشم ، نصف الكرة المخي هو منطقة للذاكرة ، والذكاء ، والتنظيم الإرادى في الحيوانات العليا ، ولكن في الضفدع فإن وظيفته أقل وضوحا . إزالته تعطل الذاكرة ، وتجعل الضفدع في حالة ثبات ، وتصبح حركاته آلية ، المخ البينى له علاقة بالإبصار والاتزان . الفصوص البصرية تكتب إنعكاسات في الحبل الشوكى . كل فص يتحكم في الجانب المقابل من الجسم . في الفقاريات العليا يعتبر المخيخ مركز للتأزر ، وفي الضفدع هو عضو توازن . يتحكم النخاع المستطيل في معظم الأنشطة الجسدية ، إذا أذيل كل الدماغ ما عدا النخاع المستطيل فإن الضفدع يمكنه أن يقفز ، ويسبح ، ويمسك بطعامه ويتعلمه ، ويعود إلى وضعه الطبيعى إذا قلب ، كما يتنفس طبيعيا . إزالة النخاع المستطيل يتبعها الموت بسرعة .

٢٥ - ١٢ أعضاء الحس

للضفدع طبلية أذن (غشاء سمعى) مكشوف على كل جانب من الرأس لتستقبل التموجات الصوتية من الهواء أو الماء . تثقل الذبذبات التى تحدث في طبلية الأذن في القسحة التى تحتها (أذن وسطى) بواسطة قضيب (عويم الأذن) يصل ما بين طبلية الأذن والأذن الداخلية التى تقع داخل العظم القبل سمعى ، وتحتوى على حجرة مليئة باللمف وبها نهايات عصبية من العصب السمعى (الرأسى الثامن) حيث تسجل التأثيرات الصوتية . الضفدع غير حساس لمعظم الأصوات ولكنه يتفاعل مع نقيق الذكر في موسم التناسل .

عين الضفدع من النوع المميز للفقاريات الأرضية . وتكون مرفوعة فوق مستوى الرأس مما يعطيها بروز خاص . العدسة في الضفدع لا يتغير لا في الشكل ولا في الموضع .

٢٥ - ١٣ جهاز التكاثر

منسلا الأنتى أو المبيضان معلقان على الناحية الظهرية للسيلوم قريبا من الكليتين ، كل يدعمه مسراق ، فى أوائل الربيع يحتوى مبيضا الحيوان البالغ على المئات من البيض الأسود الصغير تسبب إنتفاخا فى البطن . ولكنها فى الصيف تصبح كتلة صغيرة من مادة مبيضة زمادية اللون . كل مبيض عبارة عن كيس مفرغ مكون من ٤ إلى ٧ فصوص وله جدار رقيق مزدوج . كل بيضة تكون داخل حوصلة رقيقة مكونة من خلايا تقع بين جدارى المبيض . يمد المبيض شرايين تغضر له المواد اللازمة نمو البويضات . على كل جانب من الخط الأوسط الظهرى للسيلوم توجد قناة بيض ملتوية بيضاء اللون ، طرفها الأمامى قمع مهابد مفتوح (الفتحة) ، وطرفها الخلفى يتصل بالجبهة الظهرية للمجمع .

عندما ينضج البيض فى موسم التناسل ، تتمزق الحوصلة (تحت تأثير هرمون من الغدة النخامية) ، وينقل البيض إلى السيلوم حيث يتحرك إلى الأمام بفعل أهداب البريتون ويدخل قمعى قناتى البيض ، ثم يتحرك داخل القناتين إلى أسفل بواسطة الأهداب التى تغطى الجيوب الطولية المبطنة للقناتين . بين هذه الجيوب توجد خلايا غدية تفرز مادة زلالية تتكون منها الأغلفة الجيلاتينية (الهلامية) التى تنتفخ حول البيض بعد وضعه .



شكل ٢٥ - ٩ : التزاوج فى علاج اليوسميت (بروفوكانوروس) . مثال لإزدواج الشكل الجنسي الذكر (فوق) أنثى زيموى ، والأنتى (تحت) ، أسود وأبيض .

للذكر خصيتان صغيرتان تشبه كل منهما حبة الفول مثبتتان بجوار الكليتين بمساريق . كل خصية هى عبارة عن كتلة من الأنبيبات النوية الملتوية حيث تنتج الحيوانات المنوية . يدخل المنى الناضج عدة قنوات صغيرة ، القنوات الصادرة ، التى تتصل بالأنبيبات البولية من الجزء الأمامى من الكلية . يمر المنى فى الأنبيبات ثم فى الحالب (قناة بولية تناسلية متحدة) ، ويمكن أن يجتاز فى الطرف الخلفى المتسع أو الحوصلة المنوية التى توجد فى بعض أنواع الضفادع . عند التزاوج يطلق المنى من المجمع ليخصب البيض .

فى معظم أنواع الضفادع والعلاجيم تختلف الصفات الخارجية فى الذكر عن تلك التى فى الأنثى (شكل ٢٥ - ٩) . ففى الذكر تكون عضلات الذراع أثقل ، والأصابع الداخلية أقصر ولكنها أقوى ، كما توجد على الأصابع وسادات خشنة للتزاوج . فى ذكور العلاجيم ، وفى علجوم الشجر ، يوجد كيس رنان أوسط على الذقن ، وفى بعض الضفادع يوجد كيسان . طيلة الأذن أكبر فى ذكر الضفدع الكبير والصفدع الأخضر . كما يختلف جنسا بعض العلاجيم فى اللون . فى الطيور والثدييات ترجح مثل هذه الاختلافات الجنسية إلى الهرمونات (شكل ٨ + ٥) ، ولكنها ليست تمثل هذا الوضع فى كل البرمائيات . زرع خصية فى أنثى العلجوم تؤدى إلى تكوين وسادات تزاوج سميكة كالتى توجد فى الذكر .

٢٥ - ١٤ تاريخ طبيعى ودورة الحياة

تحتاج الضفادع إلى بيئة رطبة ، حتى يُحفظ الجلد العدى اللين رطبا ، ومعظم الأنواع تعيش فى أو قريبا من البرك أو المجارى المائية . البرمائيات من ذوات الدم البارد أو مغفورات الحرارة . تعتمد درجة حرارة الجسم على درجة حرارة البيئة . قليل من الأنواع تعيش فى المناطق الباردة ، فى الجبال المرتفعة ، وحتى فى دائرة القطب الشمالى ، ولكنها تكثر من ناحية الأنواع والأفراد فى المناطق الرطبة المعتدلة والاستوائية . فهى تتكاثر ، وتتغذى وتنمو أثناء الطقس الدافئ ولكنها تبيت بيانا شتويا فى الشتاء البارد . وفى حالة الحمول هذه يهبط أيض الجسم إلى مستوى منخفض وتبطئ ضربات القلب .

معظم أنواع الضفادع التى تعيش فى المناطق المعتدلة تخرج فى وقت محدد من الربيع ، تحدده درجة الحرارة ، ومعظم الأنواع تبدأ على الفور فى أنشطة التكاثر . تتجمع الذكور فى المياه الملائمة وتبدأ فى التفتيش لتجذب الإناث . عندما ينضج بيض الإناث تدخل إلى الماء حيث تحتضن كل أنثى بواسطة ذكر . يمتلئ ظهرها ثم يسحبها بإحكام لافا طرفيه الأماميين حول صدرها . وعندما تُخرج الأنثى بيضها ، يقذف الذكر بالمنى أو السائل المنوى المحتوى على الحيوانات المنوية ليخصبها . تنتفخ الأغشية الجيلاتينية المحيطة بالبيض وتلتصق بأفرع النباتات . يكون بيض كل أنثى كتلة كبيرة من التايوكا . يبدأ التكوين مباشرة وتكون طى كل بيضة جنينا يخرج بعد بضعة أيام من الجيلاتين كأنى ذنبية صغير أو يرقة ، لها رأس وجسم بيضاويان وذيل مضغوط رفيع ، وفكوك قرنية تستخدم فى حك الطحالب الخضراء العالقة بأجسام فى الماء للطعام . ولذلك فالأمعاء طويلة وملتوية حلزونية . لليرقة ثلاثة أزواج من الحياشيم الخارجية على البلعوم وتستبدل بعد ذلك بثلاثة أزواج من الداخلية داخل فتحات الحياشيم . بعد مدة تظهر الأرجل الخلفية ولكن الأرجل الأمامية تكون مخفية تحت غشاء على السطح البطنى للجسم . بعد بضعة أسابيع أو شهور تتحول اليرقة ، وتعتمد المدة على النوع وعلى درجة الحرارة السائدة . بعد تكوين الرثات تبحث عن المياه الضحلة لتنفس الهوى . تظهر الأرجل الأمامية ويعيش الحيوان - نصف يرق

ونصف بالغ - على حافة الماء حيث يتسع الفم ، وتمتص الحياشيم والذيل ، وتقتصر الأعماء . وعند ذلك يصبح أبو ذنبية ضفدعا ، وبعد سنة أو أكثر يصير ناضجا جنسيا ويتكاثر .

تضع كل أنثى المئات من البيض ، بعضها يفشل في أن يتكون ، وبعضها يؤكل بواسطة الحيوانات المفترسة . وتستهلك كثير من اليرقات بواسطة الأسماك ، والثعابين ، والسلاحف المائية ، والحشرات المائية . وبعض اليرقات تموت بسبب جفاف الماء قبل أن تتحور . كما تعتبر الضفادع الصغيرة فريسة لما ذكر من الحيوانات وحيوانات مفترسة أخرى . من كل الأعداد الكبيرة التي توضع من البيض في كل موسم ، عدد قليل فقط تصبح ضفادعا بالغة ، ولكنها تحت الظروف العادية تعتبر كافية للحفاظ على الضفدع كنوع .

تركيب البرمائيات الأخرى ٢٥ - ١٥ الصفات الخارجية

الجلد المزود بكميات كبيرة من الدم وغدد مخاطية كثيرة يحفظ سطح الجسم رطبا في الهواء ويمكن من التنفس الجلدي ، وهذه الصفة قد وضعت قيوداً على تطور الملاءمة الأرضية في هذه الحيوانات . يحتوى الجلد على غدد سامة أحياناً متجمعة كالتأليل الموجودة على العلاجيم (الإمساك بالعلاجيم لا يسبب تأليل بجلد الإنسان) . الألوان في البرمائيات عادة زاهية ومتباينة وينتج عن التفاعل بين ثلاثة أنواع من الخلايا الصبغية .

تحمل راحة اليد وأخمص القدم درنات قرنية صغيرة ، على القدم الخلفية في سكايفيوس وبعض العلاجيم الأخرى تصبح الدرنات الداخلية مجرفة قاطعة قرنية حتى أن هذه الحيوانات تحفر بأطرافها في الأرض عندما تبحث عن المأوى . علاجيم الشجر وبعض الضفادع لها أقراص متسعة على كل الأصابع تستطيع بواسطتها أن تلتصق بالأسطح العمودية وتتسلقها . الغشاء الموجود بين أصابع الطرف الخلفي يكون صغيراً في العلاجيم الأرضية ولكنه متسع في الضفادع التي تعيش أكثر حياتها في الماء .

٢٥ - ١٦ الهيكل

يشابه الهيكل في السلمندر هيكل الفقاريات الأخرى الطويلة الجسم حيث توجد فقرات عديدة (تصل إلى ١٠٠ في الأمفيوما) ، توجد أكثر من ٢٥٠ فقرة في بعض السيسيليات . توجد الضلوع في السلمندرات والسيسيليات ، وبعض الضفادع البدائية . يكون الحزام الحوضي في السلمندر قصيراً ، والسيسيليات ليس لها أطراف ولا أجزمة . معظم البرمائيات لها أسنان دقيقة على الفك العلوي وسقف الفم . بعض السلمندرات لها أسنان على الفكين . ولكن الأسنان غير موجودة في العلاجيم . تثبت الأسنان على سطح العظام وتبدل بصفة مستمرة وبطريقة متبادلة .

٢٥ - ١٧ التنفس

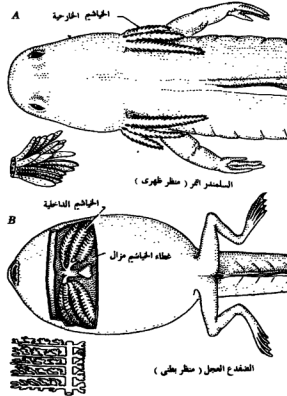
للبرمائيات أكثر من طريقة للتنفس علن أى حيوان فقارى آخر ، وهذا يعكس عدم ثبات مقرها بين الماء والأرض . في أنواع مختلفة تعمل الحياشيم ، والرئات ، والجلد ، والتجويف القمى البلعومي معا أو منفصلين . القلب في البرقات يشبه قلب السمكة له أذنين واحد وبعطن واحد وكل دم القلب

ويريدى (غير مؤكسج) ، ولكن البرمائيات البالغة لها أذيتان ودوران مزدوج للدم داخل القلب .
توزع الشرايين الرئوية الجلدية الدم إلى الرئات والجلد في كل البرمائيات البالغة التى ليس لها خياشيم .

توجد ثلاثة أزواج من الخياشيم الخارجية في أجنة ويرقات كل البرمائيات ، وتبقى في بعض السلمندرات المائية المحددة (نكتوروس ، أمفيوما ، والسيرين) . في ألى ذنبية يسحب الماء للداخل خلال الفم وفتحات الأنف ، ثم يدفع فوق الخياشيم ويمر للخارج خلال الثقوب التنفسية . تساعد السلمندرات في التهوية بتحريك خياشيمها .

الرئات في البرمائيات أكياس بسيطة عادة ولها حواجز داخلية قصيرة تحتوى على الأوعية الدموية (شكل ٢٥ - ٧) . وقد حدث ضمور في رئات بعض السلمندرات التى تعيش في المجارى المائية الجبلية السريعة (ريكوتيتون) وتختفى الرئات في السلمندرات الأمريكية الأرضية (بلثو دونتيدي) .
يتعدى) .

في كثير من البرمائيات ، يكون التنفس فمى بلعومى . النبضات التى تحدثها أرضية التجويف الفمى تحرك الهواء داخل وجارج فتحات الأنف ، وتحدث أكسجة للدم الموجود في أوعية تحت الغشاء المخاطى المبطن لتجويف الفم .



شكل ٢٥ - ١٠ : الخياشيم في يرقات البرمائيات ، أشكال مكررة تين التفاصيل الدقيقة للخيوط الخشومية .
(أ) السلمندر الجر (منظر ظهري) . (ب) الضفدع العجل (منظر بطنى) .

تستخدم الضفادع والعلاجيم أحيالها الصوتية لإحداث نداءاتها المعروفة المميزة في كل نوع ، بعضها له أكياس رنانة على الزقن تكبر النغمات . والسلمندرات ليس لها أحيال صوتية بإستثناء سلمندر واحد هو دايكاميتودون .

تاريخ طبيعي ٢٥ - ١٨ التوزيع

توجد البرمائيات عامة في المناطق المعتدلة والمناطق الإستوائية . وهى تعيش في الأماكن الرطبة أو في الماء . لا توجد برمائيات بحرية . وتوجد بقلة في المناطق المرتفعة والقطبية ، ورغم ذلك يعيش علجوم شجر وضفدع على أرتفاع أكثر من ١٢,٠٠٠ قدم (٣,٦٠٠ متر) في جبال كاليفورنيا ، كما تعيش عدة ضفادع في منطقة القطب الشمالى .

جرو الطين (نكوروس) ، والهلندر (كرييتو برانكوس) ، ثعبان الكونجو (أمفيوما) ، ثعبان الطين (سيرين) ، وضفادع البييد (بيبا وأكسنويس) كلها بالتحديد برمائيات مائية . يعيش الضفدع الكبير في الماء أو قريبا منه ، كما تعيش ضفادع أخرى ، بينما يسكن ضفدع الخشب أرض الغابات الرطبة . بعض ضفادع الشجر هى جزئيا أو كليا شجرية . تختبئ السلمندرات الأرضية تحت الحجارة أو كتل الخشب ، وبعضها شجرى . السيسيليات الإستوائية تدفن نفسها في الأرض الرطبة أو تسبح .

٢٥ - ١٩ النشاط الموسمي

لا بد لجميع البرمائيات من أن تتحاشى درجة الحرارة المرتفعة والجفاف وذلك بسبب عدم وجود أى تنظيم لدرجة حرارة الجسم كما أنها تفقد الماء بسهولة من جلدها اللين . تقاوم البرمائيات الجفاف بطرق سلوكية وفسيولوجية . تبيت الضفادع والسلمندرات المائية بيانا شتويا خلال الشتاء بأن تغوص في أعماق البحيرات والمجارى التى لا تتجمد . تدفن العلاجيم والسلمندرات الأرضية نفسها ، أو تغوص تحت الجليد .

في بعض الولايات الجنوبية توجد برمائيات كثيرة نشطة في كل الفصول ، ولكن في أراضى كاليفورنيا المنخفضة الحرارة الجافة تبيت بعض البرمائيات خلال الصيف .



شكل ٢٥ - ١١ : اللسان في سلمندر بليغودونت وفي الضفدع ممد يمسك بالقرينة

٢٥ - ٢٠ الطعام

تأكل البرمائيات البالغة ويرقات السلمندر الحيوانات الحية المتحركة فقط مثل الحشرات ، الديدان ، والرخويات الصغيرة (شكل ٢٥ - ١١) . الأنواع المائية الكبيرة تأكل الأسماك الصغيرة ، ويقتنص الضفدع الكبير أحياناً أسماكاً وطيوراً وثدييات صغيرة . كما تقترب البرمائيات الكبيرة الأفراد الصغيرة من نوعها أو أنواع أخرى . تتغذى اليرقات المائية للعلاجيم والضفادع على الطحالب والقطع الصغيرة من الحيوانات الميتة في الماء . كما يرشح بعضها البكتريا من الماء .

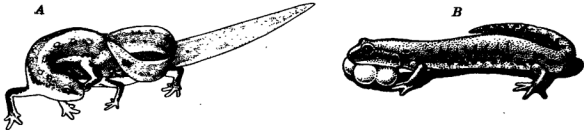
٢٥ - ٢١ الحيوانات المفترسة

الضفادع وعلاجيم الشجر هي غذاء ثابت للسلاحف المائية ، والثعابين ، والبلشون ، وبعض الصقور ، والراكون ، والأسماك الكبيرة . تحمي الإفراقات اللاذعة للتأليل الموجودة على العلاجيم هذه البرمائيات من كثير من الحيوانات المفترسة ، ولكن لا تحميها منهم جميعاً . ولنفس السبب نادراً ما يأكل النيوت بواسطة حيوانات أخرى . تقترب يرقات البرمائيات بكثرة بواسطة بق وخنافس الماء الكبيرة ، وبواسطة حورية الرعاشات وأيضاً بواسطة البرمائيات البالغة .

٢٥ - ٢٢ التكاثر (شكل ٢٥ - ١٢)

تتزاوج معظم البرمائيات في الماء ، حيث يوضع البيض ويفقس وحيث تعيش وتنمو اليرقات المتكونة حتى تتحول إلى الأطوار البالغة . لكل نوع نموذج مميز لمكان التناسل حيث يجتمع الجنسان في موسم التناسل ، كما وصف في الضفادع . تعود أفراد السلمندر (مثل تاريخا) إلى نفس مكان التناسل سنة بعد أخرى متجنبين الأماكن المجاورة التي يحتلها أفراد آخرون من نفس النوع . وتقوم السلمندرات المائية والأرضية باستعراضات غزل إذ يتشمم الذكر دائراً حول الأنثى ، ويمكن أن ينطيطها ، ولكنه في النهاية يضع واحدة أو أكثر من حاملات المنى (حزم المنى) على القاع أو الأرض . تنقل هذه الحاملات إلى داخل مجمع الأنثى حيث تلقح البيض داخلياً قبل أن يوضع .

يغطي بيض البرمائيات بواحد أو أكثر من الأغلفة الجيلاتينية ناعمها من الصدمات والجفاف



شكل ٢٥ - ١٢ : (أ) المغازلة في النيوت الأمريكي أو النيوت الصغير (نوتوفالوس فيويد ينس) ، الذكر أعلى ، طوله يصل إلى ٤ بوصات . (ب) إنسانيتا (إنسانيتا إشنلزي) تحضن بيضها .

وتجعل أفراسها أمرا صعبا . شكل كتلة البيض والأغلفة الجيلاتينية يكون مميزا في كل نوع . فيكون بيض العلاجيم في خيوط طويلة ، وبيض الضفادع في كتل تشبه التايوكا ، وبيض السلمندرات الماء في ككل صغيرة . أنواع قليلة هي التي تضع البيض مفردا . يكون بيض سلمندرات الأرض معلقا بساق إلى شيء ما . توجد ضفدعة صغيرة في كوبا (سنثيولس) تضع بيضة واحد ، وبعض سلمندرات الأرض تضع نحو ٢٤ بيضة ، بينما تضع الضفادع الصغيرة وعلاجيم الشجر نحو ١٠٠٠ بيضة ، ويصل عدد البيض في الضفدع العجل إلى ٢٥٠٠٠ ، وفي العلجوم الكبير (بوفومارينوس) إلى ٣٢٠٠٠ بيضة في كل مرة . وتختلف فترة التكوين كثيرا ، فنادرا ما تستغرق شهرا واحداً في العلاجيم ذات القدم الحفار ، ولكنها تستغرق سنتين في الضفدع العجل من طور البيضة حتى الضفدع الصغير في الأماكن الشمالية .

تشبه يرقات السلمندر الأبوين في شكلها العام ، فيتكون لها أطراف في حياتها الأولى وفم يمكنها من إفتراس الطعام . أما مميزات البرقة في الخياشيم ، والفتحات الخيشومية ، والزغفة الذيلية على الذيل والظهر ، وخواص الجهاز اللامي فتختفى جميعها عند التحور . ليرقات الضفادع والعلاجيم الشكل المعروف لأني ذنبية (شكل ٢٥ - ١٠) . في بعض البرمائيات اللاذلية يفرغ البيض بطرق خاصة وتفقس الصغار كمنادج مصفرة للحيوانات البالغة . في السلمندر الأوروبي (سلمندرا سلمندرا) تولد الصغار عادة كيرقات لها خياشيم تطلق في الماء بعد ١٠ - ١٢ شهرا من بداية التكوين ، ولكن في المناخ البارد لغرب أوروبا يمكن أن تولد متحورة تماما .

بعض السلمندرات من نوع أمبيستوما تنتج يرقات دائمة في حجمها إلى الحيوان البالغ وتناسل بينما تحتفظ بالخياشيم وبعض صفات البرقة . وتعرف هذه الحالة « تناسل الصغار » توجد في السلمندر النمر (أمبيستوما نجرينوم) في كولورادو ، قريبا من مكسيكو سيتي (حيث تسمى البرقة الأكسولوت) ، وأماكن أخرى ، كما توجد أيضا في دايكاميتودون كوني الذي يوجد على شاطئ المحيط الباسيفيكي .

يمكن للبرمائيات الصغيرة أن تناسل عند سن عامين ، ولكن البرمائيات الكبيرة تنضج ببطء . وطول عمر البرمائيات معروف فقط في البرمائيات التي تعيش في الأسر . وهناك سجلات قليلة : السلمندر العملاق ٥٥ سنة ، العلجوم الأوروبي ٣٦ سنة ، السلمندر المخطط ٢٥ سنة كبيرة و ١١ سنة كحيوان بالغ .

٢٥ - ٢٣ العلاقة بالإنسان

تشكل البرمائيات تصميمات فنية وتلعب دوراً في عقائد الشعوب البدائية . توجد تيمية تشبه الضفدع بجوار نهر النيل يرجع تاريخها إلى ٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد ، كما يوجد وعاء صيني مقدس على شكل ضفدع يرجع إلى أسرة مالة (٢٢٠٥ - ١١٢٢ قبل الميلاد) . ايسوب (٥٦٠ قبل الميلاد) ضمن أساطير الضفادع . وأريستوفان (٤٤٨ - ٣٨٠ قبل الميلاد) مسرح نقيها الجماعي . استخدمت العلاجيم لمدة طويلة كدواء صيني ، ويمكن أن يكون لها قيمة علاجية بسبب إفرازاتها الجلدية

التي تشبه الديجيتاليس .

قصة مارك توين الهزلية « ضفدع مقاطعة كالافيراس القافر الشهير » هي الآن الأساس « لسياق الضفدع القافر » السنوى الذى يقام فى معسكر إنجلترا بكاليفورنيا مع ضفداع العجل المدللة من أنحاء الولايات المتحدة .

تستخدم الضفداع فى دراسة المقررات الأولية فى البيولوجيا ، ولأبحاث الفسيولوجيا والفارماكولوجيا ، وكطعم لصيد السمك ، وكطعام للإنسان .

٢٥ - ٢٤ البرمائيات الحفرية

عرفت البرمائيات الأولى فى صخور العصر الديفونى بجزيرة لانلد ، وكانت ذات أحجام كبيرة إذ أن طول الجمجمة ٦ بوصات (١٥ سم) . كانت الأطراف جيدة التكوين ، كما وجد آثار للغشاء ، وزعنفة ذيلية مدعمة بأشعة زعنفية عظمية . ويحتمل أن تكون قد نشأت من أسماك الكروسوتريجي ، حيث أن كليهما أمكن التنفس فى الماء والهواء ، ولهما زعانف بدعامة هيكلية ، يمكن أن تكون أطراف رباعيات القدم قد نشأت منها ، فى العصر الكربونى كانت تعيش رتب من البرمائيات فى مستنقعات الفحم الحجري ، وكلها لها هاجم مسقفة بالعظم . وكانت تختلف فى الطول ، من بوصات قليلة إلى نحو ١٥ قدم (٤,٥ متر) . كل هذه الأنواع القديمة انتهت فى العصر الترياسى . وقد ظهرت السلمندرات الأولى فى أواخر العصر اليوراسى ، والضفداع الأولى فى العصر الترياسى .

طائفة الزواحف

تضم الزواحف العظاءات والثعابين (رتبة الحرشفيات) والسلاحف المائية والسلاحف الأرضية (رتبة السلاحف) ، والتماسيح والتماسيح الأمريكية (رتبة التماسيح) وتواتارا نيوزيلاندا (سفندون بنكتاتوم ، رتبة رينكو سفاليا) . وهؤلاء يمثلون ٤ رتب من عدد ١٤ رتبة معروفة كانت مزدهرة فى الحقب الميزوزوى ، عصر الزواحف ، حيث كانت هى الحيوانات السائدة . وتعتبر الزواحف أول مجموعة بين الفقليات تكيفت للحياة فى الأماكن الجافة على الأرض . يقاوم الجلد والقشور فقدان الرطوبة من الجسم وتيسر الحياة على المسطحات الخشنة . يحاط البيض بقشور لحمايته مما يجرى الحيوانات من الاعتماد على الماء . يشير إسم الطائفة إلى طريقة الحركة ، كما أن دراسة الزواحف والبرمائيات يطلق عليها « هرنتولوجيا » ، أو علم الزواحف (شكل ٢٥ - ١٣)

٢٥ - ٢٥ المميزات

١ - ويغنى الجسم بجلد قرنى جاف (ليس مخاطيا) ، عادة به حراشف أو صفائح ، كما توجد غددة جلدية قليلة .

٢ - زوجان من الأطراف ، كل طرف له ٥ أصابع تنتهي بمخالب قرنية ومعدة للجري ، والزحف ، أو التسلق . في السلاحف المائية تشبه الأطراف المجذاف ، وتكون ضامرة في بعض العظاءات وغير موجودة في عدد قليل من العظاءات وكل الثعابين (أثرية في البوات) .

٣ - الهيكل كله من العظم ، الجمجمة لها لقمة قفوية واحدة

٤ - يتكون القلب من ٤ غرف كاملة ، أذنين وبطين واحد مقسم انقساماً غير كامل (البطيئان منفصلان في التماسيح) ، زوج واحد من الأقواس الأورطية ، كرة الدم الحمراء محدة الوجهين ، يعضاوية ولها نواة .

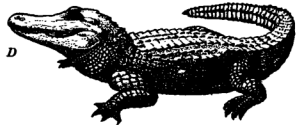
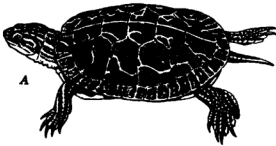
٥ - التنفس بالرئات . التنفس بالجمع في السلاحف المائية .

٦ - ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية .

٧ - درجة حرارة الجسم متغيرة (متغيرات الحرارة) .

٨ - الإخصاب داخلي ، توجد عادة أعضاء سفاد (جماع) ، البيض كبير به مخ كثير وله قشرة جلدية أو جيرية ، عادة يوضع البيض في الخارج ، ولكن في بعض العظاءات والثعابين تحتفظ الأنثى بالبيض داخلها للتكوين .

٩ - التفلعج جزئي ، الأغشية الجنينية (الرهل ، الكوريون ، كيس المح والمبار) تكون موجودة أثناء



شكل ٢٥ - ١٣ : نماذج من الزواحف الحية (طائفة الزواحف) كلها مصفورة وليست على مقياس واحد .
(أ) السلاحف المائية الملونة (كريسميس بكتا ، رتبة السلاحف) . (ب) عظاءة (سكلوبوروس) و (ج) ثعبان الماء (ناتريكس) وكلاهما من رتبة الحرشفيات . (د) التماسيح الأمريكية (أليغاتور ميسينز ، رتبة التماسيح .
(أ ، ب ، ج عن مستنق ، برماتيات وزواحف شمال غرب أمريكا ، د ، عن بالمر ، سجل التاريخ الطبيعي .)

التكوين ، عندما تنفقس الصغار. أو تولد تكون مشابهة للحيوانات البالغة ، لا يوجد تحول .

تتقدم الزواحف على البرمائيات في أن (١) لها جلد جاف عليه قشور تناسب الحياة في البيئة الجافة ، (٢) لها أطراف معدلة للحركة السريعة ، (٣) انفصال أكثر للدم المؤكسج عن الدم غير المؤكسج في القلب ، (٤) تعظم تام للهيكل ، و (٥) البيض معد للتكوين على الأرض ، للبيض قشور وأغشية لحماية الجنين . ينقص الزواحف غطاء الجسم العازل ، ودرجة الحرارة المنظمة داخليا ، وبعض الخواص الأخرى الموجودة في الطيور والثدييات .

بين الزواحف الحية ، ينمو البيثون الملوكي الموجود في ماليزيا حتى ٣٢ قدما (٩,٨ مترا) ، بينا ثعبان آخر في سوريا (لبيتوايفلوبوس) يكون أصغر من القشة . يصل طول ورن كومودو (فارانوس كومودونسيس) ١٠ أقدام (٣ مترا) ، بينا طول عظاءة بنا (ليليدوليفارس) بوستان (٥ سم) عندما تكون بالغة . يزيد طول السلحفاة البحرية جلدية الظهر عن ٧ أقدام (٢ مترا) . ويزيد طول السلحفاة الأرضية الموجودة في جزر جالاباجوس عن ٤ أقدام (١,٢ مترا) وتزن أكثر من ٤٠٠ رطلا (١٨٢ كجم) .

يتراوح طول معظم ثعابين أمريكا الشمالية بين ١٠ و ٦٠ بوصة (٢٥ إلى ١٢٥ سم) ، وتقل العظاءات عن ١٢ بوصة (٣٠ سم) . وتختلف الزواحف الحفرية في الطول من بوصات قليلة إلى ٦٠ - ٨٠ قدما (١٨ - ٢٤ مترا) وأكبرها عددها قليل وتعرف بالحيوانات الأرضية .

تركيب الحيوان الزاحف

التقسيم الأمريكي

٢٥ - ٢٦ الصفات الخارجية (شكل ٢٥ - ١٤)

يحتوي الجسم على رأس مميز ، وعنق ، وجذع ، وذيل . تحمل الأطراف الأربعة القصيرة أصابع بمخالب ولها غشاء بين الأصابع ، بالقم الطويل أسنان مخروطية مثبتة في تجاويف . وعلى الطرف الظهرى للبور توجد فتحتان للأذن صغيرتان وصماميتان . العين كبيرة ولها جفنان علوى وسفلى وغشاء رامش شفاف يتحرك للخلف داخل الجفون . توجد فتحة أذن صغيرة خلف كل عين ، وفتحة المجمع طولية عند نهاية الذئع .

٢٥ - ٢٧ غطاء الجسم

الجلد سميك خشن مغطى بمخارشف قرنية تشبه متوازي المستطيلات على معظم الجسم والذيل . لا يوجد انسلاخ ، تحل محل الطبقات المتآكلة على السطح طبقات قرنية من طبقة البشرة التي تحتها .

وللحيوان البالغ هيكل خارجى من صفائح أدمية عظمية منفصلة توجد تحت القشور القرنية الظهرية من العنق حتى الذيل . وهذه الصفائح مستطيلة أو بيضاوية ، غالبا مثقبة ، وبعضها له عرف وسطى . وبعض الأنواع لها صفائح على البطن . يوجد زوجان من عدد المسك تنتج من طبقة البشرة ، زوج منها يفتح على الجانبين عند أسفل الفكين السفليين ، والزوج الآخر يفتح داخل المجمع .

٢٥ - ٢٨ الهيكل

يتفصل الفك السفلى الطويل على كل جانب للحافة الخلفية للمجمعة مع العظم المربعى الثابت . على السطح البطنى للقرنيوم يوجد الحنك الطويل الصلب ، فوقه توجد الممرات التنفسية من فتحات الأنف الخارجية حتى فتحات الأنف الداخلية . يحتوى العمود الفقارى على خمسة أنواع من الفقرات :

٩ عنقية ، ١٠ صدرية ، ٥ قطنية ، ٢ عجزية ، ونحو ٣٩ ذيلية . تحمل الفقرات العنقية ضلوعا عنقية حرة قصيرة ، تتصل الفقرات الصدرية مع القص بواسطة الضلوع الصدرية التى لها امتدادات غضروفية بطنية يوجد بين القص والعظمين العائنين ٧ أزواج من الضلوع البطنية على هيئة ٧ مثبة بأربطة .

٢٥ - ٢٩ الجهاز العضلى

إذا قورنت عضلات التماسح الأمريكى بعضلات الضفدع فنجد أنها فى الأول أكثر تنوعا لكى تصاحب الأنواع الكثيرة من الحركات على الأرض وفى الماء . تكون عضلات الرأس والعنق والأطراف متخصصة جدا رغم أنها أقل ضخامة منها فى الثدييات . العضلات العقلية واضحة على العمود الفقارى والضلوع

٢٥ - ٣٠ الجهاز الهضمى

القم كبير (شكل ٢٥ - ١٤) متسع وله أسنان قوية يستخدمها فى الهجوم والدفاع وأيضا لمسك بها الفريسة الكبيرة ويقتلها . اللسان المفلطح مثبت فى أرضية القم ولا يبرز لخارج القم . على حافة اللسان الخلفية توجد ثنية تقابلها ثنية أخرى على الحنك ، عندما تتقابل الثنيتان مع بعضهما فإنهما يفصلان تجويف القم عن البلعوم ، وبذلك يمكن للتمساح الأمريكى أن يفتح فمه فى الماء دون أن يدخل الماء إلى الرئتين يمكن أن يتبع تركيب باقى القناة الهضمية فى شكل ٢٥ - ١٤ ، المجمع هو النهاية المشتركة للأجهزة الهضمية ، والإخراجية ، والتكاثرية .

٢٥ - ٣١ الجهاز الدورى

يحتوى القلب على جيب وريدى صغير ، أذنين ، وبطينين . البطينان منفصلان تماما فى التماسيح ، وهذا الانفصال غير تام فى الزواحف الأخرى . يمر الدم من الأوردة داخل (١) الجيب الوريدى ،

(٢) الأذين الأيمن، (٣) البطين الأيمن، (٤) الشريان الرئوي لكل رئة، (٥) الأوردة الرئوية من الرئتين إلى (٦) الأذين الأيسر و (٧) البطين الأيسر. ويخرج الدم من القلب في قوسين أحمرين يمران في اتجاه الظهر حول المريء. من قاعدة القوس الأيمن يخرج شريانان سنبيتان إلى العنق والرأس، وشريان تحت ترقوى لكل طرف أمامي. ويتحد القوسان الأبهريان على الناحية الظهرية مكونان أكبر ظهري يوزع الدم على الأعضاء الموجودة في تحييف الجسم والطرفين الخلفيين والذيل. في الجهاز الوريدي يتجمع الدم في (١) وريد أجوف أمامي، على كل جانب، من الرأس والعنق والطرف الأمامي. (٢) وريد أجوف خلفي مفرد، يقع في وسط الظهر، يجمع الدم من أعضاء التكاثر والكليتين. (٣) وريد كبدي يأخذ الدم من القناة الهضمية وينقسم إلى شعيرات في الكبد ويتجمع كوريد كبدي قصير، (٤) وريد فوق معدى على كلي جانب من تحييف الجسم من الأطراف الخلفية، والذيل، والجسم. كل هذه الأوردة تصب في الجيب الوريدي.

٢٥ - ٣٢ الجهاز التنفسي

يدخل الهواء فتحات الأنف ويمر فوق الحنك الصلب إلى فتحات الأنف الداخلية خلف الصمام الحنكي (برقع) ، ومنها خلال فتحة المزمار إلى الحنجرة التي تحوى على ^٤ :١٠ صوتية وتتصل بالقصبة الهوائية التي تمتد في الصدر ثم تنقسم إلى شعبتين هوائيتين ، واحدة لكل رئة . للرئات حواجز داخلية مرتفعة والرئة أكثر إسفنجية عن مثيلتها في الضفدعة .

٢٥ - ٣٣ الجهاز الإخراجي

الكليتان مسطحتان مفصصتان ، تقعان في الجزء الظهرى الخلفى من تجويف الجسم ، يمتد حالب من كل كلية إلى الخلف إلى جانبى المجمع .

٢٥ - ٣٤ الجهاز العصبي وأعضاء الحس

للدماغ فصان شميان ربيعان متصلان بنصفى الكرة المخين الكبيرين ، خلف الأخيرين يوجد



شكل ٢٥ - ١٤ : تركيب التماسح الأمريكي

فصان بصريان يعضاويان . يوجد بعدهما مخيخ أوسط كمثرى الشكل أكبر من مثيله في البرمائيات .
النخاع المستطيل متسع من الجانبين خلف المخيخ ولكنه يضيق حتى يتصل بالحبل العصبي الشوكي ،
يوجد بين قاعدة نصف الكرة المخين على الناحية البطنية المساران البصريان والعصبان البصريان ،
يتبعهما القمع والجسم النخامي . يوجد ١٢ زوجا من الأعصاب الرأسية وزوج من الأعصاب
الشوكية لكل قطعة بدنية .

توجد براعم التذوق على اللسان ، والخلايا الشمية في الأنف ، والعين لها غدة دمعية لتحفظ
القرنية أو سطح مقلة العين رطبة عندما يكون الحيوان خارج الماء . الأذن هي من النوع المميز
للفقاريات الأرضية . لكل أذن قناة سمعية خارجية قصيرة تنتهي من الداخل بغشاء سمعي ، يليه
تجويف سمعي أو أذن وسطي تحتوي على عظمة الأذن الوحيدة ، ثم الأذن الداخلية التي تحتوي على
ثلاث قنوات نصف دائرية وعضو السمع . من كل تجويف سمعي تمتد في اتجاه الوسط أنبوتات
إستاكبوس الثلاث تفتحان بفتحة واحدة في سقف البلعوم خلف فتحة الأنف الداخلية . في الفقاريات
الأخرى توجد أنبوتة واحدة من كل تجويف سمعي وتفتح منفصلة على جانب البلعوم .

٢٥ - ٣٥ الجهاز التناسلي

تكون المناسل والقنوات المزدوجة متشابهة في صغار الجنسين . في الذكر البالغ تقع الخصيتان
المستديرتان قريبا من الجانبين البطنيين الواسطين للكليتين ، من كل خصية تمر قناة ناقلة للخلف
لتدخل المجمع أمام الحالب مباشرة وتتصل بالقضيب الوحيد الأوسط على الجانب البطنى من المجمع .
في الأنثى البالغة يوجد مبيضان معلقان أيضا بجوار الكليتين . يوجد قريبا من الطرف الأمامي لكل
كلية القمع المفتوح لقناة البيض التي تمتد للخلف إلى المجمع . يتكون البيض في المبيض ويمر داخل
القمع إلى قناة البيض . كل بيضة تُخصب وتحاط بالزلال ، وأغشية القشرة ، ثم القشرة قبل أن
توضع .

٢٥ - ٣٦ تاريخ طبيعي

تعيش تماسيح كثيرة بما فيها التماسح الأمريكي في المستنقعات والأنهار ، وبعضها يسكن شواطئ
البحر ، تغمر التماسيح الحفر في جسور المجاري المائية كملجأ وتأكلاً أنواعاً مختلفة من الحيوانات ، من
الحشرات حتى الكلاب والخنزير ولكنها نادرا ما تهاجم الإنسان . تبنى أنثى التماسح الأمريكي عشاً من
النباتات المبتلة وتضع ٣٠ - ٦٠ بيضة ، يُحضن البيض بواسطة الحرارة المنبعثة من تغفن النباتات لمدة ٦٠
يوما تقريبا ، ويكون طول الصغرة ٨,٥ - ٩,٥ بوصة (٢١ - ٢٤ سم) عند الفقس ، وينمو ١٢
بوصة (٣٠ سم) أو ما يقارب ذلك كل سنة . عند سن العاشرة يكون طول الذكر نحو ١١٠ بوصة
(٢,٨ مترا) وبن ٢٥٠ رطلا (١١٣ كجم) ، أما الأنثى فتكون ٨٧ بوصة (٢,٢ مترا) طولاً وترن
١١٣ رطلا (٥١ كجم) .

تركيب الزواحف الأخرى ٢٥ - ٣٧ غطاء الجسم

لكل الزواحف جلد جاف مقترن مرتبط بطبقات متصالبة متبادلة من النسيج الضام في الأدمة ، وهذا يجعل غطاء الجسم متينا ولكنه مرن مما يقاوم التآكل على الأرض . ويحوى الجلد أيضا حراشف أدمية لها شكل وحجم متميز في كل نوع . كما توجد الخلايا الصبغية التي تعطي الألوان الواضحة . تنسلخ الطبقة القرنية الخارجية دوريا ، قطعة بقطعة في العطاءات ولكن تنسلخ كلها مرة واحدة في معظم الثعابين . لا تنسلخ السلاحف والتماسيح . ولكن القطع الخارجية تتآكل بالتدرج .

٢٥ - ٣٨ السلاحف

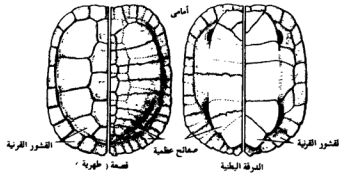
الجسم مغلف بدرقه مكونة من عظام تشبه الصفائح متراصة بجوار بعضها في شكل محدد ، ومغطاة بحراشف قرنية في ترتيب منتظم (الشكل ٢٥ - ١٥) . الجزء الظهري المحدد هو القصعة ، الجزء البطني المسطح هو الدرقه البطنية . تثبت الفقرات الصدرية والضلوع بالقصعة العظمية . أما السلاحف ذات الدرقه اللينة فلها غطاء جسم جلدى غير مقسم إلى حراشيف ، والدرقه قليلة التعظم . تنزع الرأس والذيل والأطراف في السلاحف بين جزئى الدرقه ، ويمكن سحبها للداخل في معظم الأنواع للأمان . لا توجد أسنان على الفكوك ولكنها تحمل مناقير قرنية قوية تقطع الطعام وتمزقه وتطحنه . تنتهى الأصابع بمخالب قرنية تستخدم في الزحف أو الحفر . الأقدام في السلاحف الأرضية قصيرة مكتنزة ، وفي السلاحف المائية تشبه المجاديف للسباحة . يوجد بالجهاز الإخراجى مثناة بولية ، والبول سائل . للذكر قضيب إلتصاقى على الجدار البطنى للمجموع . يتصل بمجموع السلاحف المائية أكياس وعائية رقيقة الجدار تستخدم كخياشيم مجمعية عندما يكون الحيوان غاطساً تحت الماء .

٢٥ - ٣٩ سفندون

تواتارا هو النوع الوحيد الحى من رتبة رينكوسفاليا ويوجد في نيوزيلاندا فقط . يشبه العظاءة في مظهره الخارجى ولكن له صفات دنيا مختلفة منها وجود عين صنوبرية مسطوية جيدة التكوين ، ووجود قوسين صدغيين في الجمجمة ، وعظم مربعى ثابت ، وضلوع بطنية دائمة .

٢٥ - ٤٠ العطاءات

شكل الجسم مختلف ، أنواع كثيرة رفيعة ، بعضها منضغط من الجانبين ، وبعضها مسطح من الظهر إلى البطن كما في العلاجم المقرنة . تكون الأطراف طويلة أو قصيرة ، متينة أو ضعيفة ، الأطراف ضامرة في بعضها وغير موجودة بالمرّة في العطاءات عديمة الأطراف كما في « ثعبان الزجاج » عمليا تعيش كل الأنواع عديمة الأطراف في التربة ، تنتقل خلالها بأن تتلوى بجسمها كما في الدودة . في معظم العطاءات تكون الفقرات الذيلية متعظمة تعظيما غير كامل في مراكزها . عندما يسلك ذيل مثل هذه العظاءة تنفصل الفقرات عند إحدى النقاط الضعيفة ويجرى الحيوان طليقا ،



شكل ٢٥ - ١٥ : درقة السلحفاة المائية (كريسيس) تبين ترتيب القشور الخارجية القلبية فوق الصفائح العظمية .

وبمرور الوقت يتجدد الذيل .

يحتوى الجلد المرن على كثير من القشور منتظمة في صفوف - طويلة ، أو عرضية ، أو مائلة ، وهي أما ناعمة أو معرفة ، في معظم العظام تتراكب من الخلف القشور الموجودة على الظهر والجانبين كألواح السقف ، والقشور على الناحية البطنية عادة صغيرة . تظهر على كل جانب من الرأس طيلة الأذن الخارجية في معظم الأنواع .

اللسان أما أن يتحرك ببساطة أو يكون قابلاً للامتداد بحرية ، ففي الحرياء يمكن أن يقذف بأوصات عديدة أمام البوز لمسك الحشرات على طرفه المغطى بالخطاط . الفكوك مزودة بأسنان قصيرة . توجد مثانة بولية في العظام ولكن المخلفات الإخراجية تكون نصف صلبة كما في الطيور ومعظم الزواحف ، تمر من المجمع كإداة مبيضة (يورات) مع البراز . للذكر زوج من شبيه القضيب . عند قاعدة الذيل . عند الجماع يقلب أحدهما أو كلاهما ، ولكن عادة يدخل واحد فقط في مجمع الأنثى .

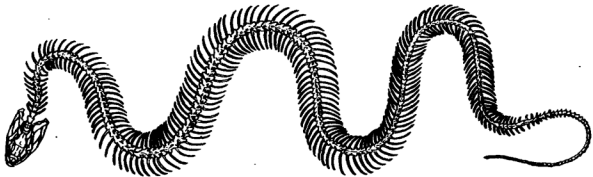
٢٥ - ٤١ الشعاعين

ظاهرة. عدم وجود الأطراف واستتالة الجسم مشابه لما هو موجود في مجاميع كثيرة من الفقاريات ، تضم ثعابين السمك وأسماك الموراي ، والسيلايات من البرمائيات ، والعظاءات الدودية ، والعظاءات القضيية ، « وثمان الرجاء » والدودة البطيئة وعظاءات أخرى إلى جانب جميع الشعاعين . تبقى آثار للحزام الحوضي والطرف الخلفي في ثعبان البوا والبايثون .. إلخ . أيضاً لا يوجد بالشعاعين أحزمة الأطراف ، والقص ، والجفون ، وفوهات الأذن الخارجية ، والمثانة البولية . كما لهم بعض المميزات الخاصة في الشكل والوظيفة . يعمل الجلد صفوفاً من الحراشف وهي إما ناعمة كحراشف الثعابين الملكية أو معرفة كما في الأفعى المجلجلة وثمان الجارتر وآخرين . عادة يكون للسطح البطنى صف واحد من الحراشف العرضية الكبيرة تمتد من الذقن حتى فتحة الشرج ، وعلى الذيل صف واحد أو صفان .

يغطي العيون جليد شفاف ، توجد العيون الأثرية في الثعابين البدوية تحت حراشف معتمة . لا يوجد غشاء أذن خارجي أو فتحة . الجمجمة ضعيفة (هشة) ، ويمكن لعظام كثيرة أن تتحرك فوق العظام الأخرى . الأسنان مائلة للخلف ، توجد على الفكوك وعلى عظام سقف الفم ، تستخدم في الإمساك بالطعام أثناء البلع . للثعابين السامة زوج من الأسنان المتخصصة (نابان) على العظمين الفكين للفك العلوى توصل السم الذى يستخدم لقتل الفريسة . وهامشيتان في ثعبان الكوبرا ومجموعته ، ولكنهما ينثنيان للخلف عند عدم الإستخدام في الأفعى المجلجلة وبعض الأفاعى الأخرى . ولسان الثعبان ضيق مرن يشبه الشريط ، ذو طرف مشقوق ويمتد داخل ثلمة في الفك العلوى عندما يكون الفم مقللا . ينقل اللسان الرائحة الناتجة عن الطعام ، والأقراص ، والمفترسين وربما من المنافسين إلى عضوى جاكوبسون وهما غرفتان حسيتان فوق الحنك . القناة الهضمية بصفة خاصة أنبوبة مستقيمة من الفم حتى الشرج ، وعمليا تكون جميع الأعضاء الداخلية طويلة ، وعادة ما تكون الرئة اليسرى أثرية . ولذا ذكر شبيهها قضيب كما في العظاءات .

للثعابين الطويلة ٢٠٠ - ٤٠٠ فقرة (شكل ٢٥ - ١٦) . عضلات الجسم العقلية رفيعة وعديدة تصل الفقرات ببعضها ، والفقرات بالضلوع ، والضلوع بالجلد ، والجلد بالجلد . تمتد كثير من العضلات من قطعة بدنية إلى القطعة التى تليها ، أما العضلات الموحدة في قطع متباعدة فتتصل ببعضها البعض بواسطة أوتار ، مما يمكن الثعبان من أداء حركاته الإنثنائية الرشيقة . يصاحب الحركة عادة ضغط في اتجاه الخلف من الثنيات الجانبية للجسم على الأشياء الغير منتظمة الموجودة على سطح الأرض . يتحرك الثعبان أيضا في خط مستقيم بالوثب ، جزء ثم جزء ، الجلد والجسم بالتبادل ، زالقا الحراشف البطنية على الأرض .

يتلغ الثعبان طعامه كلية . ويمكنه ابتلاع فريسة أضخم من قطر جسمه بسبب مجموعة من التحورات التكيفية (شكل ٢٥ - ١٧) ، التى تضم (١) إتصال نصفى الفك السفلى برباط مرن ، (٢) اتصال العظم المربعى بكل من الجمجمة والفك السفلى على كل جانب اتصالا سائبا ، و (٣) حركة عظام الحنك . نتيجة لهذه المظاهر الثلاث ، يمكن للفم أن يتسع ليتلغ فريسة كبيرة . كما توجد تمحورات أخرى ، (٤) الأسنان الرفيعة المدببة للخلف على الفكوك والحنك تمنع الطعام من



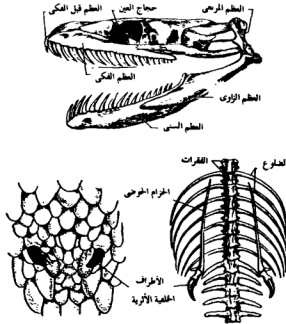
شكل ٢٥ - ١٦ : هيكل الثعبان بين عدم وجود الأطراف ، وأحزمة الأطراف ، والقص . كما يوضح الزيادة الكبيرة في عدد الفقرات والضلوع التى تتشابه في التركيب .

الانزلاق للأمام بعد أن يبدأ الثعبان في الابتلاع ، (٥) عدم وجود القص وتحرق الضلوع من أى تمفصل عظمى على الناحية البطنية ، فيمكن بذلك للصدر أن يتسع ، (٦) وجود جلد لين مرن بين القشور على ظهر الجسم وجانبية مما يسمح بالتمدد بسعة ، (٧) جذر المرىء والمعدة رقيقة مطاطة ، و (٨) وضع فتحة الزمار في الأمام بين الفكين خلف غمد اللسان الرقيق مباشرة مما يمكن الثعبان من التنفس أثناء بلع الطعام .

تاريخ طبيعى ٢٥ - ٤٢ التوزيع (الانتشار)

معظم الزواحف ، أنواعا وأفرادا ، تعيش في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، وتنخفض أعداد الزواحف انخفاضاً كبيراً كلما اتجهنا للقطين أو المرتفعات الشاهقة . تكثر السلاحف المائية والثعابين في المناطق الرطبة مثل الولايات الجنوبية الشرقية للولايات المتحدة ، وتكثر السحالي في المناطق القاحلة مثل جنوب غرب أمريكا .

تحتل الزواحف أنواعاً كثيرة من البيئات . فتنسكن البايثونات والبوات المناطق الاستوائية ، وتوجد التماسيح في المستنقعات والأنهار وعلى شواطئ البحار ، والسلاحف المائية الكبيرة وقليل من الثعابين في المحيطات ، والسلاحف الأرضية العملاقة توجد في جزر المحيطات القاحلة . معظم العظاءات



شكل ٢٥ - ١٧ : بعض صفات البايثون . أعلى : حجمه بأسنان كبيرة ، وتغفصل بين العظم المرىء والفك السفلى يسمح للقم بالانفتاح عند البلع . إلى اليسار : المظهر الخارجى للمنطقة الحوضية توضح الأطراف الخلفية الأثرية مطبوعة ببطء قرنى أسود . إلى اليمين : العظام الأثرية للحزام الحوضى وللأطراف الخلفية (عن . المرشد لصالة عرض الزواحف ، المتحف البيطائى) .

والثعابين تعيش على الأرض ولكن بعضها يتسلق الصخور والأشجار . تستخدم الثعابين غالباً جحور القوارض . بعض العظاءات والثعابين تحفر في الرمل ، وتستخدم الثعابين صفيحة مقلوبة (بوزية) على البوز . معظم السلاحف المائية تعيش في الماء أو حوله ولكن السلحفاة الصندوق تسكن أراضي الغابات ، أما السلاحف الأرضية فتسكن الأرض الجافة فقط . توجد ثعابين البحار في المناطق الاستوائية من المحيطين الهندي والباسيفيكي .

٢٥ - ٤٣ النشاط

ليس للزواحف آلية داخلية لإنتاج الحرارة وتنظم درجة الحرارة ، لذا تتأثر الزواحف تأثراً ملحوظاً بدرجة حرارة البيئة . في المناطق الاستوائية تكون الزواحف نشطة طوال السنة ، ولكنها في الأماكن الأخرى تمارس فترة من السبات تعتمد على طول وقسوة موسم البرد . في الصحارى تتجنب حرارة وسط النهار الزائدة . تدخل العظاءات والثعابين شقوق الأرض لتبيت بيئاتاً شتوية ، والأفعى المجلجلة وبعض الثعابين الأخرى تبيت في أعداد كبيرة في الكهوف أو الجحور الكبيرة ، أما سلاحف الماء العذب فتنتزل إلى قاع البركة .

لا يمكن للزواحف مقاومة كميات غير محدودة من الحرارة . فإرتفاع درجة الحرارة لأكثر من ٥٤.٥°م (١١٣°فهرنيت) يمتيتها بسرعة . فلعدم وجود آلية لتبريد الحرارة فإنها تقتل بسرعة عند ارتفاع درجة الحرارة كما يحدث في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية غير الظليلة خلال أيام الصيف .

٢٥ - ٤٤ الغذاء

تتغذى معظم الزواحف أساساً على الحيوانات فالسلاحف الأرضية كبيرة وصغيرة وبعض السلاحف المائية ، وقليل من العظاءات تأكل النباتات . تتناول العظاءات والثعابين الصغيرة الحشرات وبعض اللافقاريات الصغيرة . تأكل السلاحف المائية الصغيرة اللافقاريات المائية ، أما الأنواع الكبيرة من العظاءات ، والسلاحف المائية ، والثعابين والثماسيح فتقتنص فقاريات مختلفة من الأسماك حتى الثدييات . البواب والثعابين الملكية وبعض الثعابين الأخرى تحيط فريستها من الفقاريات بلغة أو أكثر من جسمها ثم تعصرها حتى تموت نتيجة للاختناق . تضرب الثعابين السامة بأنيابها وتحقن السم ، حينذاك تموت الفريسة بسرعة . كمية الطعام الذى تتناوله الزواحف قليلة إذا قورنت بالكميات اللازمة للطيور والثدييات .

٢٥ - ٤٥ الحيوانات المفترسة

تتغذى الثعابين السبابة ، والملوكية والمرجانية ، والموكاسان ، وذوات الرأس النحاسية اللون ، وحتى الثعابين الصغيرة حلقيه العنق على الثعابين الأخرى بدرجات متفاوتة . الثعابين الملوكية لديها مناعة كبيرة ضد سم الثعابين السامة . وأهم الطيور المفترسة هي الغربان والبوم والبشون . يتغذى الظربان ، والراكون ، والباجر ، والثعالب ، ودب البرارى على الزواحف ، ويأكل بعض السنجاب

الأرضى العطاءات أحيانا . يقتل الإنسان كثيراً من الثعابين ، ويبيد القوارض الضارة مما يقلل طعام الثعابين الكبيرة . ولكن الضرر الأكبر يقع عند تغيير البيئة .

٢٥ - ٤٦ فترة البقاء

في الأسر عاشت كثير من السلاحف الأرضية أكثر من ١٠٠ عام ، وسلاحف مائية مختلفة من ٢٠ - ٩٠ عاماً ، والتماسيح والثعابين الكبيرة من ٢٥ - ٤٠ عاماً ، والأنواع الصغيرة من سنين قليلة - ٢٠ عاماً أو أكثر . وعلى النقيض فنادراً ما تعيش العطاءات الصغيرة البرية أكثر من عام واحد بعد أن تصل إلى البلوغ الجنسي .

٢٥ - ٢٧ التكاثر

تعتبر الزواحف وسطاً بين الأممك والبرمائيات من جهة والتدييات من جهة أخرى في طريقة التكاثر . الإخصاب داخلي ورغم ذلك تضع معظم الأنواع بيضها للتكوين خارج الجسم . يمكن أن يكون التكوين الداخلي في الفقاريات الأرضية قد بدأ كظاهرة منتظمة بين الزواحف حيث أن بعض السلاحف المائية والثعابين البيوضة تحتفظ ببيضها مؤقتاً عندما تكون الظروف غير مناسبة لوضع البيض . التكوين الداخلي هو القاعدة في الأفاعي ، والأفعى المجلجلة ، والثعابين المائية والجارتر ، وثعابين البحر . في بعض أجناس العطاءات ، تضع بعض الأنواع البيض وينتج الآخرون صغاراً أحياء . كل العلاجيم المقرنة (فرانيسوما) بيوضة ولادة ما عدا نوع واحد ، ولكن العكس صحيح في العطاءات المحاربة (سكيلوروس) .

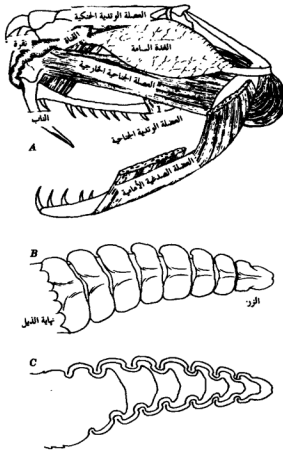
تغطي بيضة الزواحف بقشرة سميكة مرنة لها غشاء من الداخل . وتكون القشرة مقواة بأملح جيرية في التماسيح وبعض السلاحف المائية . توجد بالبيضة وفرة من الملح لتغذية الجنين ، حتى أن البيضة غالباً ما تكون كبيرة الحجم متناسبة مع حجم الأنثى . التفليج جزئى كما في الطيور . أثناء التكوين يحاط الجنين بالأغشية الجنينية : الزهلي والكوريون والميمار ، وهذه تشكل ظاهرة جديدة في الفقاريات ، تحدث لأول مرة في الزواحف ، وهي تكيف لحماية الجنين الرقيق ضد الجفاف والصدمات الطبيعية أثناء التكوين (شكل ١٠ - ١٢) . يستخدم الميمار والكوريون في التنفس ، قبل الفقس يتكون من البيضة الكلسي على طرف الفك العلوي للجنين ، كما في الطيور ، يستخدم لقطع أغشية البيضة والقشرة عند الفقس ، ثم يسقط . عادة ما يشبه الصغير أبويه عند الفقس ويصبح مستقلاً في الحال .

يختلف عدد البيض الذى تنتجه الأنثى في السنة من ٤٠٠ تقريباً في سلحفاة البحر (كاريئا) إلى بيضة واحدة في برص المنازل (سفيرداكتيلوس) . مدة التكوين في الزواحف المختلفة تتراوح بين أسابيع قليلة إلى عدة شهور ، وتنفرد تواتاراً نيوزيلاندا في أنها تتطلب نحو ١٣ شهراً . في الزواحف البيوضة الولودة التى تحتفظ بالبيض في قناة البيض للأنثى للتكوين ، تكون القشرة عبارة عن غشاء رقيق . وعندما يتم التكوين توضع البيضة وتنفق على الفور . في بعض الأنواع الولودة تنمو أوعية

الجنين الدموية للخارج ملاصقة لأوعية الأم على السطح الداخلي لقناة البيض وتستخدم في التنفس بطريقة عملية تعادل ما تقوم به المشيمة في الثدييات . تتكاثر تجمعات من إناث عظاميات الصخر (لاسيرتا ونميدوفوروس) بالتوالد البكرى .

٢٥ - ٤٨ العلاقة بالإنسان

أنواع كثيرة من الثعابين والعظاءات تفيد الإنسان وذلك بأكلها للقوارض والحشرات الضارة ، ولكن بعض الثعابين تفترس بيض الدواجن ، وطيور الصيد والطيور المغردة . يستخدم جلد التماسيح



شكل ٢٥ - ١٨ : الألفى الجلجلة . (أ) ميكانيكية الرأس المستخدمة في اللدغ . تنقبض العضلة الوتدية الجناحية (١) لتدفع الثاب للأمام . بعد دخوله لحم الفريسة تنقبض العضلتان الجناحية الخارجية (٢) والوتدية الخشكية (٣) لضرس الثاب إلى عمق أكبر ، ثم تسحب العضلة الصدغية الأمامية (٤) الفك السفلي وتضغط على الغدة السامة لتدفع السم في القناة والثاب إلى داخل الجروح . بعد ذلك تسترخي كل عضلات الرأس والعنق لسحب الثاب . وتستغرق كل هذه العملية لحظة . (ب ، ج) الجرس القرن الجلف في منظر خارجي وقطاع جسي ليبين كيف تتصل القطع مع بعضها بتفكك . (عن جرينيل وسورر ، حياة الحيوان في اليوميات . مطبعة جامعة كاليفورنيا .)

منذ زمن بعيد في المصنوعات الجلدية الجميلة . وحديثا استخدم جلد الثعابين والعظاءات الكبيرة في صناعة الأحذية ، وأكياس النقود وما شابه ذلك . وقد أعلن الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة أن القماش معرضة للخطر ، كما صنفت الولايات المتحدة التماسيح الأمريكية كنوع معرض للخطر وأعطته الحماية (ما عدا في لويزيانا حيث يسمح بموسم تجارى قصير) . وقد منعت الولايات المتحدة إستيراد الحيوانات البرية المهددة بالانقراض ، وهى تضم الآن كثيرا من الزواحف ، وعندما يتم هذا الحظر أيضا على المنتجات الحيوانية ستهبط الإستخدامات التجارية للزواحف . يستفاد من السلاحف المائية أساسا للطعام . لحم السلحفاة الخضراء سواء أكان طازجا أو مجففا مطلوب لدرجة أن مصايدها أصبحت فارغة . وسلحفاة جالاباجوس الأرضية أصبحت قليلة جدا وذلك بسبب صائدات الحيتان في القرن التاسع عشر ، ولكن فرضت الحماية على القليل المتبقى . أيضا في الولايات المتحدة تستخدم بعض السلاحف المائية الصغيرة في الطعام وعلى الأخص الترايين ماسية الظهر . كما يستفاد من سلاحف صغيرة أخرى في المعامل البيولوجية ، وكثير منها يباع في متاجر حيوانات الزينة . ودرقة السلحفاة الحقيقية التى تستخدم في صناعة الأمشاط وأدوات تجميل أخرى يحصل عليها من سلحفاة منقار الصقر .

كانت الثعابين منذ زمن بعيد مادة للخوف والحرافات بالنسبة للإنسان . وما زالت توجد بين الناس معتقدات خاطئة كثيرة في البلدان المتحضرة ، بالرغم من الكم المعروف حاليا عن تركيب وبيولوجية الثعابين وأماكنها في الطبيعة كمجموعة من الحيوانات المفترسة .

٢٥ - ٤٩ الزواحف السامة

نوعان من جنس هيلودرما ، أحدهما هو عملاق جيلال الذى يعيش في جنوب غرب أمريكا ، هما فقط الزواحف السامة خلاف الثعابين في أمريكا الشمالية ، وسمها يعادل سم الأفعى المجلجلة ، ولكن آلية نقل السم ضعيفة التكوين ، ونادرا ما يصاب أو يقتل الإنسان بواسطة هذه الحيوانات .

توجد الثعابين السامة في كل القارات وعلى جزر كبيرة عديدة ، ما عدا مدغشقر ، وأيرلندا ، ونيوزيلندا . في أمريكا الشمالية ، وشمال المكسيك ، تضم الثعابين السامة للإنسان ، ثعبان مرجانيين ، وموكاسين ، وثعبان ذو الرأس النحاسى اللون ، و ١٥ نوعا من الأفاعى المجلجلة . للثعابين المرجانية رأس صغير وإنسان أهليجي للعين ، وجسم مميز بحلقات عرضية حمراء وسوداء وصفراء . كل حلقة سوداء يجاورها حلقة صفراء . كل الثعابين الخطرة الأخرى في هذه القارة هى أفاعى النقرة . لها رأس متسع ، وإنسان عين أهليجي عمودى ، ونقرة بين فتحة الأنف والعين على كل جانب من الرأس . والنقرة هى عضو حسى قادر على اكتشاف حرارة جسم أى فريسة من ذوات الدم الحار على مسافة ما . ذيل ثعبان الموكاسين ، والثعبان ذو الرأس النحاسى اللون دقيق النهاية ، وذيل كل الأفاعى المجلجلة كليل باستثناء نوع واحد وينتهى بالجرس القرى المميز (شكل ٢٥ - ١٨ ب ، ج م . ينتشر الثعبان المرجانى الشرقى من الولايات الموجودة على حدود المكسيك والغليخ إلى إندونيسيا وكارولينا الشمالية في الشمال . وينتشر الثعبان ذو الرأس النحاسى اللون من ماسا شوستس إلى إلينويس ثم جنوبا . وتنتشر الأفاعى المجلجلة من جنوب كندا في اتجاه الجنوب وتكثر من حيث الأنواع والأفراد في المناطق الجنوبية الغربية الفاصلة .

يفرز السم من زوج من الغدد السامة واحدة على كل جانب من الفك العلوى . تتصل كل منها بناب (سن) بواسطة قناة . تتكون أنياب إحتياطية خلف الزوج الوظيفى لتحل محلها عندما تفقد (كما هو الحال فى أسنان الثعابين) . السم تركيبة معقدة من مواد عضوية لها عدة تأثيرات فسيولوجية مختلفة . وكل نوع من السم له مميزاته الخاصة وسميته المختلفة . فسم الكوبرا والأنواع القرية منها يؤثر بصفة خاصة على مراكز التنفس وتحدث الوفاة نتيجة للاختناق . ويؤثر سم الأفاعى المجلجلة والحيات على القلب والجهاز الدورى فيهدم جدران الشعيرات ويحطم خلايا الدم . تشكل الأفعى المجلجلة والحيات الأخرى التى لها نقرة حسية جسمها على شكل حرف S . وتدغ أنيابها فى الفريسة ويرتفع الفك السفلى إلى أعلى ليمسك مقابل الأنياب . وتعمل العضلات الموجودة فوق كل غدة سامة على انسياب السم خلال الأنياب المجوفة داخل لحم الفريسة ثم تسحب الرأس - كل ذلك يتم بسرعة مذهلة (شكل - ١٨) .

٢٥ - ٥٠ الزواحف الحفرية

الزواحف الحية رغم كثرتها فى العدد فهى غالبا صغيرة وغير ظاهرة . خلال الحقب الميزوزوى (عمر الزواحف منذ ٦٥ - ٢٢٥ مليون سنة) كانت الزواحف هى الفقاريات السائدة واحتلت كل البيئات من البيئة شبه الصحراوية ثم المستنقعات إلى المحيطات . واختلف حجمها ومظهرها كثيرا ، وكانت مختلفة أيضا فى التركيب والعادات (شكل ٢٥ - ١٩) .

ظهرت أولى الزواحف فى العصر البرميانى . ونشأت من شبيهاتها أوائل البرمائيات . وخلال هذا العصر كثر عددها وتشعبت أشكالها وطرق حياتها . وحلت محل البرمائيات فى نهاية العصر البرميانى . وخلال العصر اليوراسى والطباشيرى وصلت الزواحف للقمة من حيث عدد الأنواع والأفراد وفى تنوع الأشكال وطرق الحياة . وفى نهاية العصر الطباشيرى اختفى هذا الحشد الهائل من الزواحف وتبقى من ١٤ رتبة ٤ رتب فقط لتصبح زواحف هذه الأيام .

أهم إنجاز فى تطور الزواحف هو تكيفها للحياة على الأرض بعيداً عن الماء . ومن أهم الصفات إقتناؤها لجلد جاف قرنى وإنتاجها لبويض يوضع على الأرض . وكان للزواحف البدائية الصغيرة من أجسام بدنية إلى أجسام وذيل رفيعة ، ولها أطراف قصيرة ذات خمسة أصابع مبسطة باتساع على جانبي الجسم .

ومن هذا الشكل العام كانت بعض التشعبات والتخصصات (١) الزيادة فى الحجم كما فى النسب الضخمة للبرونتوسورز ، (٢) إمتلاك درع دفاعى يحتوى على صفائح فى الجلد ، وقرون وأشواك على الرأس ، كما كان موجودا فى بعض الديناصورات ، (٣) نقل الأطراف إلى ما تحت الجسم متحركة للأمام وللخلف فى مستوى عمودى . (٤) البنيان الخفيف للجرى السريع على أربعة أقدام أو اثنتين ، كما فى الديناصورات الأخرى التى تشبه النعامة ، (٥) التكيف للطيران بزيادة طول الأطراف الأمامية (والذيل) وتكوين أغشية للطيران من الجلد كما فى الزواحف الطائرة ، و (٦) التكيف للحياة المهددة فى الماء ، فالأطراف مجاديف والجسم مغزلى الشكل كما فى الأكتيوسورز

والبلزيوسورز والموزاسورز . ويشكل سبب اختفاء الزواحف القديمة مادة للتفكير . فقد تكون الثدييات الأولى افترست بيض الزواحف الضخمة ، ولكن الرأى المفضل هو أنه حدث تغير فى الطقس فانخفضت درجة الحرارة أوتغيرت أحوال الرطوبة مما أثر بشدة على الزواحف أو على بيئتها أو على الإثنين معا . لاختفاء الزواحف قد أتاح الفرصة للثدييات البدائية ذات الأحجام الصغيرة لتبدأ نموها الجلى الذى ميز الحقب الثالث .

مراجعة

- ١ - ما هي الصفات المتقدمة في تركيب الرماتيات إذا قورنت بالطوائف الأقل رقياً من الفقاريات ؟ وفي الزواحف ؟
- ٢ - بأي طرق يتم التنفس في الرماتيات ؟ وفي الزواحف ؟
- ٣ - قارن القلب ودوران الدم في البرقة والحيوان البالغ للضفدع أو العليجوم . كيف يختلف القلب في التماسح ؟
- ٤ - كيف تدبر الرماتيات حياتها في منطقة القطب الشمالي ؟ في الصحارى ؟
- ٥ - صف التحور في حيوان برمائي . ماذا تعني تناسل الصغار ؟
- ٦ - قارن بين غطاء الجسم في الضفدعة والسحلية من حيث التركيب . وأيضا من حيث العمل بالنسبة للبيئة التي تستخدمها هذه الحيوانات ؟
- ٧ - ما هي الفترة الزمنية الماضية التي عرفت بعمر الزواحف ؟ ما هو أدنى حيوان زاحف حي ، ولماذا يعتبر دنيئاً ؟
- ٨ - في أى مجاميع الفقاريات تكون المخلفات الإخراجية مادة مبيضة نصف صلبة (يورات) ؟
- ٩ - كيف تختلف الثعابين عن العظاءات ؟ سم بعض العظاءات عديدة الأطراف وبعض الثعابين التي لها أطراف أثرية ؟
- ١٠ - صف آلية الابتلاع في الثعابين ، كيف تحفظ الأنياب السامة عند عدم الاستخدام ؟
- ١١ - ما هي المظاهر المتخصصة في التكاثر التي ترى لأول مرة في الزواحف وهي أيضا مميزات للطيور والثدييات ؟
- ١٢ - أذكر أسماء الزواحف السامة في الولايات المتحدة .

الفصل السادس والعشرون

الطيور

الطيور حيوانات مألوفة جدا ويسهل التعرف عليها ، لأنها شائعة ونشطة أثناء النهار ويمكن رؤيتها بسهولة . وهى الحيوانات الوحيدة التى لها ريش يكسو ويعزل أجسامها ، يمكن من تنظيم درجة حرارة الجسم ويساعد فى الطيران . لا يوجد الريش فى حيوانات أخرى . القدرة على الطيران تمكن الطيور من احتلال بعض البيئات غير الممكنة لحيوانات أخرى . أصغر الأنواع هو الطائر الطنان الذى يبلغ طوله $2\frac{1}{4}$ بوصة (٥,٧ سم) وأكبرها هى النعامة الأفريقية التى تنمو حتى ٧ أقدام ; مترا! فى الارتفاع وتزن ٣٠٠ رطلا (١٣٦ كجم) .

٢٦ - ١ الخصائص

- ١ - الجسم مغطى بالريش ، درجة حرارة الجسم منظمة داخليا (ثابت الحرارة) .
- ٢ - الأطراف الأمامية متحورة لأجنحة للطيران ، الأطراف الخلفية معدة للثبوت والسير ، وللسباحة (مشاة) ، السيقان والأصابع مغطاة بجلد قرنى .
- ٣ - القدم منقار بارز له غطاء قرنى ، لا توجد أسنان فى الطيور الحية . الجسم لها لقمة فقوية واحدة ، العنق مرن وعادة طويل ، الحوض ملتحم بعدة فقرات ويفتح على الجهة البطنية ، القص كبير الحجم له عادة عرف أوحيد ، فقرات الذيل قليلة ومنضغطة .
- ٤ - القلب ذو ٤ غرف (أذنين وبطينان منفصلان) ، قوس أورطى أمين فقط ، خلايا الدم الحمراء بيضوية وذات أنوية .
- ٥ - الرئتان متساكنتا مربوطة بالضلوع ومتصلة بأكياس هوائية رقيقة الجدار بين الأعضاء الداخلية ، يوجد صندوق الصوت (عضو الصوت فى الطيور) عند قاعدة القصبة الهوائية .
- ٦ - لا توجد مثانة بولية ، المواد الإخراجية نصف صلبة ، عادة للطيور مبيض أيسر واحد وقناة بيصية يسرى واحدة .
- ٧ - الإخصاب داخلى ، البيض به كمية كبيرة من المح وله قشرة جيرية ، يوضع ويحتضن ،

توجد الأغشية الجنبية (الأهل ، والكوريون ، وكيس المح ، والمبار) أثناء التكوين ، عند الفقس يكون الصغير إما (أ) كامل التكوين ، به ريش ، وقادراً على التجول (مبكرة النضوج) ، أو (ب) عادياً وعاجزاً ويتطلب نمو أزيد في العش حيث يغذى ويعتنى به بواسطة الأبوين (متأخرة النضوج) .

تركيب الطائر : الدجاجة المنزلية

٢٦ - ٢ الصفات الخارجية

للدجاجة المنزلية رأس واضح ، وعنق مرن طويل ، وجسم بدين مغزلي الشكل ، تتصل الأجنحة بأعلى الظهر ولها ريش طويل للطيران ، ينشئ الجناح متخدًا شكل حرف Z عند الراحة ويسط عند الطيران ، لكل طرف خلفي قطعتان عضليتان علويتان (الفخذ والرجل الأمامية) ، وساق رفيع على أوتار فقط ، وأربعة أصابع تنتهي بمخالب . تغطي السيقان والأقدام بجلد قرني . يحمل الذيل القصير ريشاً طويلاً ينتشر على هيئة مروحة عند الطيران .

يمتد الفم كمنقار ، رفيع له غطاء قرني . توجد فتحتا الأنف على الفك العلوي وهي تشبه الشق . العينان كبيرتان وعلى الجانبين ، لكل جفنان لحميان علوي وسفلي وتحتهما يوجد جفن ثالث شفاف (غشاء رامش) يمكن سحبه منفرداً عبر مقلة العين . تحت وخلف كل عين توجد فتحة الأذن تحت ريش خاص .

وجود العرف الأوسط اللحمي واللب الجانبية للحمية على الرأس ، والمهماز القرني على الرجل هي من خصائص الدجاج ، طائر التدرج (الفزان) ، وبعض الطيور القليلة الأخرى . تحت قاعدة الذيل توجد فتحة الشرج (لمجمع)

٢٦ - ٣ غطاء الجسم

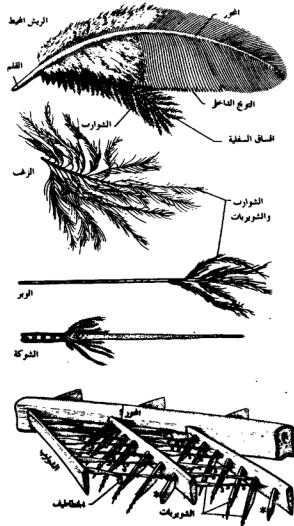
الجلد جاف مفكك التركيب يلتصق بالعضلات أسفلته بغير إحكام ولا توجد به غددة ما عدا واحدة فوق قاعدة الذيل . يستخدم إفراز هذه الغدة الزيتية في الحفاظ على المنقار من أن يصبح هشاً كما يساعد في تصفيف الريش . توجد بالطائر عدة آلاف من الريش خفيف الوزن ومرن ، ينتج عن البشرة وبه عدد لا يحصى من الفراغات الهوائية الميتة . يتراكم الريش ليعطي منظرًا لطيفًا لحدود الطائر الخارجية وليعزل الجسم ، تنمو كل ريشة من حويصلة في الجلد تشبه النقرة . ريش الجناح والذيل عريض ويستخدم في الطيران .

الريش الأكثر شيوعاً في الطيور هو الريش المحيط الذي يحدد محيط الجسم وهو ريش الطيران الكبير الموجود على الأجنحة والذيل . لكل ريشة تويج مسطح مدعم بسيق مركزية ، تمتد مكونة العلم الأجوف المتصل بحويصلة الريشة داخل الجلد . يتكون كل نصف تويج من عدد كبير من الشوارب المتوازية الرفيعة التي تتصل ببعضها البعض مما يجعل سطح الريشة مسطحاً ومتناسكاً (شكل ٢٦ - ١) . الأنواع الأخرى للريش هي الزغب الرخو ، والوبر ويوجد ريش يشبه

الأسواك على بعض الطيور (شكل ٢٦ - ١) والريش الموجود على الجسم يكون في مجموعة اهبال الطير وهي تنمو فقط في مناطق تعرف بمسارات الريش ، بينها توجد أماكن عارية . الاستبدال المنظم للريش هو القلش ويكون جزئياً أوتاماً معتمدا على الموسم وعلى نوع الطائر . فعل الأجنحة والذيل يتساقط الريش في أزواج متخاللة حتى لا يعوق الطيران .

٢٦ - ٤ الهيكل

كثير من العظام الرقيقة (شكل ٢٦ - ٢) تخوى على تجاويف لتقلل الوزن . الجمجمة قوية ولها صندوق دماغ كبير وحجاجان للعينين كبيران ، تكون الفكوك عديمة الأسنان منقاراً مدبباً له



شكل ٢٦ - ١ : إلى أعلى . أربعة أنواع من الريش . إلى أسفل . رسم تخطيطي مجسم لأجزاء الريش المحيط ، شوربان قريبان مقطوعان ليصا الخافه المنحيه التي تنزل عليها الخطاطيف لتجعل الريشه مرنة .

غطاء قرنى . للعتق الطويل المرن في الدجاج ١٦ فقرة ، فقرات الجذع متلاصقة ، وتنحد الفقرات الموجودة في أسفل الظهر مع الحزام الخوضى ، وتدعم الفقرات الذيلية الصغيرة قليلة العدد ريش الذيل - للقص العريض عرف قوى وسطى بطنى تلصقت به عضلات الطيران القوية عظمة الشوكة (الترقوتان المتصلتان) هى إحدى صفات الطيور . الحزام الخوضى المتسع مفتوح على الناحية البضنية ليمسح بوضع البيض الكبير .

٢٦ - ٥ الجهاز العضلى

في معظم الفقاريات الدنيا تسود العضلات العقلية ، ولكن العكس صحيح في الطيور والثدييات ، حيث تكبر عضلات الأطراف وذلك للتحرك السريع ، واللحم الأبيض في اندجاج والدبوك الرومية والذى يمثل جزءا كبيرا من الجسم كله هو عضلات الطيران المنصبة بعرف نقص وعظم العضد للجناح . النقارات (عضلات القصوى الرسغى) هى العضلات الرئيسية للمجرى والجنوم .

للساق والقدم أوتار ولكن ليس لها عضلات ، ربما لتقليل فقدان حرارة الجسم في هذه الأجزاء الخالية من الريش . توجد عضلات صغيرة متخصصة تبسط ريش الذيل والجناحين . وتحرك العينين ، وتحرك المنقار وهكذا .

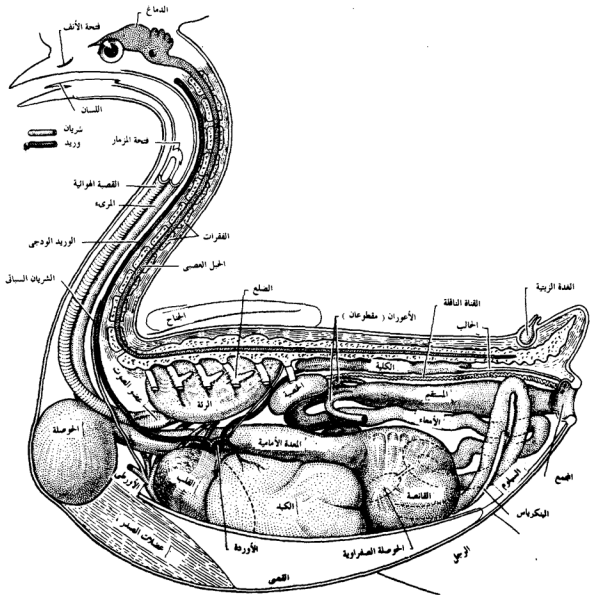
٢٦ - ٦ الجهاز الهضمى (شكل ٢٦ - ٣)

يغطى اللسان الصغير المدبب غطاء قرنى . ويقع اللسان داخل المنقار الأسفل وقبل البلعوم القصير . المريء طويل أنبوى ، يتسع عند قاعدته مكونا حوصلة رقيقة الجدار يخزن بها الطعام ويلين . تتكون المعدة من معدة أمامية تفرز العصارات المعدية وقانصة قرصية الشكل جدرها عضلية كثيفة ومبطنة بطلائية قرنية سميكة ، يطحن فيها الطعام بواسطة جدرها العضلية ويساعدها الحصى الذى يبلغ لهذا الغرض - من ناحية الوظيفة يمثل هذا الحصى أسنان الدجاج . الأمعاء رفيعة ملتوية وتتصل بالمستقيم وعند اتصالهما يوجد كيسان أعوريان يزيدان في سطح الأمعاء خلف المستقيم يوجد المجمع الكبير حيث يتجمع البراز المتخلف والمنتجات البولية التناسلية قبل أن يتخلص منها خلال فتحة المجمع الكبد مكون من فصين وله حوصلة مرارية وفتاتان صفراويتان وللبكترياس عادة ثلاثة قنوات تتجه إلى الأمعاء .

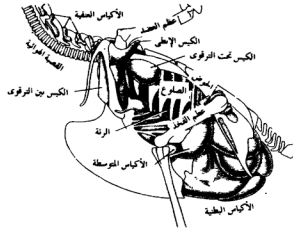
٢٦ - ٧ الجهاز الدورى

لقلب الطائر أذنهان وبطينان تفصل كلية الدم المؤكسد عن غير المؤكسد . يأتى الدم الوريدى من دورة الجسم ويدخل الأذين الأيمن ويمر إلى البطين الأيمن ، ومنه يضغط إلى الرئتين للأكسدة . يعود الدم من الرئتين إلى الأذين الأيسر ومنه إلى البطين الأيسر ثم إلى خارج القلب في القوس الأوروبى

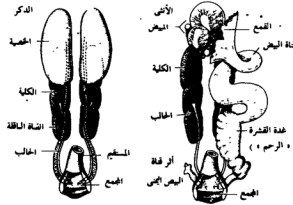
الرئتين ثم الأكياس الهوائية ، وعند الزفير يمر الهواء في الاتجاه المضاد . وهذا التدفق السريع للهواء خلال الرئتين ماراً إلى الشعيرات الرئوية يفسر إمكانية معيشة الطيور برئتين صغيرتين كثيفتين رغم احتياجها للتنفيس الكبيرة بسبب ارتفاع درجة حرارة أجسامها وحياتها النشطة . الحرارة التي تتولد نتيجة الأنشطة الأيضية والعضلية تنشئ من الأكياس الهوائية .



شكل ٢٦ - ٣ : الدجاجة المنزلية ، التركيب الداخلي . الأعوران مقطوعان .



شكل ٢٦ - ٤ : الجهاز التنفسي في الحمامة . الأكراس الهوائية مظلمة بالنقط ، والعظام محددة بخطوط ، إرتباط الرئة بالضلوع واضح . (عن مولر ، ١٩١٠ .)



شكل ٢٦ - ٥ : الجهاز البولي التام للجداجة المنزلية ، منظر بطني . المجمع مفتح لين مخارج القنوات .

٢٦ - ٩ الأجهزة العضوية الأخرى

يتكون الجهاز الإخراجي من كليتين على الناحية الظهرية تحت الحوض ، من كل كلية يخرج حالب حاملاً المنتجات المتخلفة نصف الصلبة إلى المجمع ، لا توجد مثانة بولية .

يحتوي الجهاز العصبي على الدماغ وهو نسبياً أكبر من مثله في البرمائيات والزواحف وتبعاً لضعف حاسة الشم وقوة الإبصار فإن الفصين الشمين صغيران والفصين البصريين ضخمان نسبياً . والعينان كبيرتان جداً نسبياً ، محفوفتان بمجموعة من الصفائح العظمية الرقيقة . البصر حاد للطير والقدرة على تمييز الألوان والتكيف البصري سريع وهذا ضروري إذ لا بد للطائر أن يقوم بانضباطات

سريعة من الرؤية القريبة إلى الرؤية البعيدة أثناء الطيران وأثناء الأنشطة الأخرى . التنوق عاды ، والطيور حادة السمع .

يشتمل جهاز الغدد الصماء على غدة نخامية عند قاعدة الدماغ ، وغدة درقية في أسفل العنق ، وجزر لانجرهانز في البنكرياس ، وغدتين كظريتين (أدريناليتين) على الناحية البطنية للكليتين . تنظم إفرازات الغدد الصماء من المناسل الصفات الجنسية الثانوية مثل لون وغمو الريش (شكل ٨ - ٥) .

٢٦ - ١٠ الأجهزة التناسلية (شكل ٢٦ - ٥)

تلتصق الخصيتان في الذكر بجوار الكليتين . من كل خصية تمر قناة ناقلة ملتوية إلى الخلف موازية للحالب . توجد في عدة طيور حوصلة منوية متسعة عند مدخل القناة الناقلة للمجمع ، ولبعض الطيور (البط ، النعام) قضيبة أوسط في المجمع ، تتضخم الخصيتان في موسم التناسل ، ويدخل المنى إلى مجمع الأنثى أثناء التزاوج .

يتكون عادة جهاز الأنثى على الناحية اليسرى فقط . يمكن أن تصبح أعضاء الناحية اليمنى الضامرة فعالة إذا أزيلت الأعضاء على الناحية اليسرى . يوجد المبيض قريباً من الكلية اليسرى ملاصقاً للقمع الكبير الذي يحمل البيض إلى قناة البيض ومنها إلى المجمع . يكون المبيض وقناة البيض صغيرين في الإناث التي لا تبيض ، ولكنهما يكبران جداً في موسم وضع البيض حيث يصبح البيض كثير العدد . عندما تنضج البويضة تلتقي المح في المبيض قبل أن تتركه وتلتقط في القمع يمكن أن يحدث الاخصاب في أعلى قناة البيض . ويضاف الزلال (بياض البيض) من غدد توجد عند منتصف قناة البيض ، وتفرز القشرة وأغشيتها في الجزء الخلفي .

تركيب الطيور الأخرى ٢٦ - ١١ الصفات التكيفية

تشابه الطيور فيما بينها كثيراً ، وهذا التشابه أكثر منه في أية طائفة أخرى من طوائف الفقاريات ، وغالباً ما تكون الاختلافات تكيفية حتى يستطيع كل نوع أن يؤدي أنشطته الضرورية بكفاءة . الجسم عادة مغزلي الشكل كمخروطين تتقابل قاعدتهما لتكون مقالومة الجسم أقل ما يمكن للهواء أثناء الطيران ، وللماء أثناء الغطس .

الألوان مختلفة وغالباً أحادية . يكون لون الغراب الأسود ومالك الحزين الأبيض ثابتاً ، ولكن معظم الطيور تكون مخططة بخيوط رقيقة أو خيوط غليظة ، أو تكون منقطعة . وغالباً ما يكون نموذج اللون مائلاً للبيضية ، وهذه الحماية اللونية تجعل الطائر أقل ظهوراً لأعدائه . غالباً ما يكون الذكر أكثر لمعاناً من الأنثى . وفي بعض الأنواع يكتسب ريش تزاوج خاص ومؤقت أثناء موسم التناسل .

يستخدم المنقار كيدين وفم في نفس الوقت ، فهو يستخدم في الحصول على الطعام وفي الإمساك به ، وفي تسوية الريش ، وفي جمع وتنظيم المواد التي يصنع منها العش ، ويستخدم أيضا في أغراض أخرى منها الدفاع . يدل شكل المنقار على العادات الغذائية (شكل ٢٦ - ٦) . في معظم الأنواع لا يمتد اللسان ، ولكن نافق الخشب يمكنه أن يبرز لسانه أمام المنقار ليمسك بالحشرات داخل الخشب ، ولسان الطائر الطنان حساس ممتد للحصول على رحيق الأزهار .

الجناح يشبه السطح الإنسيابي الحامل فيتسبب في الصعود أثناء الطيران . بضرباته المختلفة وميله يساعد في تغيير أسلوب الطيران . يمكن للبنجوين والبطريق أن يطيرا تحت الماء . وللنعامة والكيوى وبعض الطيور الأخرى أجنحة ضامرة ولذلك لا يمكنها الطيران . يستخدم الذيل كالدفة أثناء الطيران ، وكفرملة عند الهبوط على الأرض ، وكعضو اتزان عند الجثوم ، كما يستخدم في استعراضات الغزل التي يقوم بها الذكر في كثير من الأنواع . للقدم في معظم الطيور ثلاثة أصابع في الأمام وأصبع في الخلف (شكل ٢٦ - ٧) . كثير منها شبه متخصص لأغراض مختلفة .

هناك طيور معينة تستخدم الحوصلة في جلب الطعام للصغار التي تنغدى إما نانسياب الطعام إليها وإما أن يضع الصغير رأسه أسفل فتحة المرىء . أثناء إطعام الصغار في الحمام تنفصل طلائية الحوصلة مكونة « لبن الحمام » لتغذية الفقس في العش ، بعض الطيور من آكلات اللحوم مثل صائد السمك ليس لها حوصلة ظاهرة ولكن المعدة كينى متسع رقيق الجدار .

تاريخ طبيعى ٢٦ - ١٢ التوزيع

تحتل الطيور كل القارات ، والبحار ومعظم الجزر ، وقد اخترقت القطب الشمالى حتى بعد ٨٠° شمالاً وكذلك القطب الجنوبى وتتواجد الطيور في مناطق عديدة من سطح البحر حتى حدود الأشجار فوق الجبال . ورغم قدرتها على الطيران فإنها تطبق قوانين التوزيع الحيوانى ، فيحتل كل نوع مدى جغرافى محدد وبيئة محددة . تقل أعداد الأنواع كلما اتجهنا ناحية القطبين (رغم كبره العدد بالنسبة للأفراد) ، توجد الأنواع الكثيرة في المناطق الحارة ، وأعظم تشكيلة منها توجد في المناطق الإستوائية .

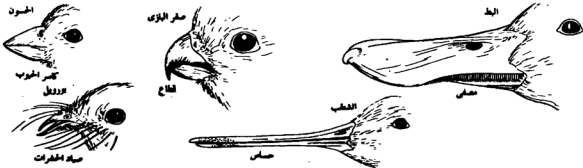
تحدد طريقة الحياة عادة ما إذا كان الطائر وحيداً أو جمعياً . آكلات الحشرات والطيور المفترسة (الجوارح) عادة تسكن وتصيد وحيدة ، فالسمان والبط ، وأبو الحسن كلها تنفرق في أزواج لتعتش ولكنها تتجمع في المواسم الأخرى ، بعض الطيور البحرية ، والحمام ، والشحورور توجد دائماً في جماعات . أحياناً توجد الطيور في تجمعات هائلة كما في « سحب » الشحورور والبط في مراعى الأرز . تصل كثافة الطيور في الولايات المتحدة إلى طائرين لكل أكر .

٢٦ - ١٣ النشاط .

كل الطيور من ذوات الدم الحار ودرجة حرارة الجسم فيها من ٥١.٥ إلى ٥١.٨ ° ف (٤٠ - ٥٤.٢ °) بالنهار وتنخفض قليلاً بالليل . تنشط الطيور في كل الفصول ، ولا تبيت بيئاتاً شتوياً (ماعدا البورويل الصحراوي) . الطيور النهارية مشغولة من الفجر حتى إشفق ، اليوم والبرويل تتغذى ليلاً . تنام الطيور النهارية الأرضية بالليل برعوسها مطوية للخلف أو تحت جناح ، ولكن الطيور المائية يمكنها أن تطفو وتنام أثناء النهار جارية قدماً تمنعها من أن تنحرف مع التيار . يمضى كل طائر بعض الوقت كل يوم في تسوية الريش وكثير منها يستحم في التراب أو في الماء ليساعد في هذه العملية . تعتبر طريقة الطيران وسرعة صفة مميزة لكل نوع . يترك السمان الأرض لفترة طيران مباشرة وقصيرة ، بينما تمكث عصافير الجنة ، والعمار والصقور معظم الوقت في الهواء . وتختلف السرعة من ٢٠ - ٥٠ ميلاً (٣٢ - ٨٠ كيلو مترا) في الساعة في الأنواع المختلفة .

٢٦ - ١٤ الصوت

طيور قليلة كالغاق (طائر مائي) والبعج عديمة الصوت . ولكن كثيراً من الطيور تستطيع أن تؤدي نغمات مختلفة أو نداءات ثابتة . ومعظم الطيور المفردة لها أغنيات ثابتة . البيغاء ، والحداء ، وبعض طيور المين لها القدرة على المحاكاة . تُستخدم أنغام الطيور في (١) تجميع الأنواع التي تعيش في تجمعات ، (٢) إظهار دائرة العش لجذب القرين (٣) النداءات المباشرة بين الأبوين والصغار ، و (٤) التحذير في حالة الخطر . بعض النغمات تستخدم في كل الفصول ، وتستخدم أغاني ونداءات أخرى في وقت التعشيش (التزاوج) فقط ، وقليل من النغمات تستخدم أثناء الهجرة . يستخدم الإنسان الأغاني والنداءات كوسائل مباشرة للتعرف على نوع الطيور لأن صوت كل طائر يميز له .

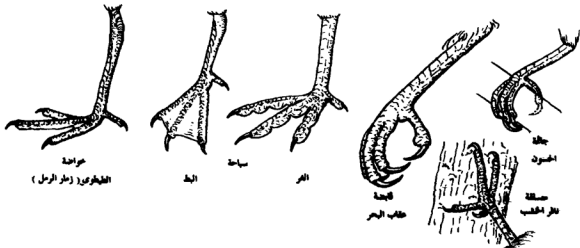


شكل ٢٦ - ٦ بعض أنواع المناقير في الطيور

٢٦ - ١٥ هجرة الطيور

هناك طيور مثل الحجل ، متوطنة تماماً ، ولكن أنواعا كثيرة من الطيور تهاجر أو تنتقل بانتظام من منطقة إلى أخرى بتغير الفصول . معظم الهجرات تكون شمالاً وجنوباً (غرضياً) . تتحرك الطيور داخل الكتل الأرضية المتسعة في المناطق الشمالية الداخلة وتحت القطبية حيث توجد الإمكانيات للتغذية والإقامة خلال الأشهر الداخلة ، ثم تتراجع في فصل الشتاء في اتجاه الجنوب . بعض الطيور تذهب إلى المناطق الجبلية في الصيف ثم تعود للأراضي المنخفضة في الشتاء (هجرة الإرتفاع) كما في الجبال الصخرية وسلسلة جبال كاسكاد - سيرا نيفادا الموجودة في شمال غرب أمريكا .

تستخدم معظم الأنواع طرقاً ثابتة في الهجرة ، وتسافر تقريباً في نظام جدول ، فصل وتختفى بانتظام طبقاً للتقويم . يمكن أن تهاجر أنواع مختلفة مع بعضها البعض ، بعضها يطير قريبا من الأرض والآخري على ارتفاع يصل إلى ٣٠٠٠ أو ٥٠٠٠ قدما . تطير الأفراد بسرعة تتراوح بين ٢٠ إلى ٥٠ ميلاً (٣٢ - ٨٠ كيلو متراً) في الساعة ولكنها تتوقف لتناول الطعام فيسبقها آخرون ، ثم تستمر . تقدم طليعة الهجرة لأنواع كثيرة ببطء فطير في المتوسط نحو ٢٥ ميلاً (٤٠ كيلو متراً) في اليوم . أوضحت النتائج التي تم الحصول عليها من الطيور المميزة بوضع حلقات مرقمة حول الرجل ، أن هذه الطيور يمكنها العودة إلى أماكن سبق أن احتلتها . بعض الطيور المهاجرة تتبع علامات أرضية واضحة مثل الأنهار والشواطئ وسلاسل الجبال ، ولكن الطيور الأخرى تمر فوق البحار أو الأرض بدون ملاع موجهة . تتجمع الأدلة على أن الهجرة توجه أثناء النهار بموضع الشمس وبالليل بأشكال النجوم . تتدخل السحب الثقيلة والضباب في توجيه الطيور . الهجرة والناسل وقلش الريش هي ظواهر الدورة السنوية للطيور ، وتنظمها كلها الغدد الصماء .



شكل ٢٦ - ٧ : بعض أنواع الأرجل في الطيور

٢٦ - ١٦ الطعام

يتطلب الطائر كمية كبيرة من الطعام ذى القيمة الحرارية المرتفعة ، وذلك بسبب ارتفاع وتنظيم درجة حرارة الجسم ، والنشاط الكبير ، وخفة وزن الجسم وحيث أن كمية الدهون التى تختزن بالطيور محدودة ، فإن الطائر لا يستطيع أن يبقى طويلاً بدون طعام ، فواقعياً لا بد له أن يأكل ليعيش .

يأكل السمان والقطا والدجاجيات الأخرى كمية من النباتات ، ولكن معظم الأنواع تستخدم مواداً مركزة مثل الحبوب والفواكة والديدان ، ومفصليات القدم ، والرخويات والفقاريات . كثير من الطيور المغردة الصغيرة تأكل الحشرات . ويأكل البجع الكبير ، والبلشون ، والصقور ، والبوم الأسماك ، والضفادع ، والتمارين ، والعظاءات ، والقوارص وحتى الطيور الأخرى ، تعيش النسور على الحيوانات الميتة (الجيف) . يمكن للطائر الصغير النامي أن يأكل أكثر من وزنه فى اليوم .

٢٦ - ١٧ الحيوانات المفترسة

الصقور ، وقليل من البوم ، وابن عرس ، والقطط المتوحشة ، والقطط المنزلية ، والثعالب هى الأعداء الشائعة للطيور . يقتل الإنسان طيور الصيد ، وغالباً ما يقتل الصقور والبوم المفيدة ، وأحياناً يجد أنه من الضرورى أن يحطم الطيور التى تضر المحاصيل . توجد بالطيور أنواع كثيرة من الديدان الطفيلية ، والأوليات ، والبكتريا ، والفيروسات ، ولكن تأثيرها على مجتمع الطيور يعرف عنه القليل . ربما كانت الخسارات الكبيرة بين الطيور فى الماضى من المرض ، والافتراس ، والطقس ، وفى بعض الأحيان من نقص الغذاء . ويعتبر التلوث وإتلاف البيئة اللذان يسببهما الإنسان من العوامل الهامة فى مناطق كثيرة .

٢٦ - ١٨ التكاثر

التكاثر دائماً داخلي ، وتضع جميع الطيور بيضها وبه كمية كبيرة من المح وقشرة صلبة ، ولا بد أن يهدأ أو يتحضر ليتكون الجنين . عندما يفقس الصغير يكون إما مغطى بالزغب وقادراً على التجول والأكل مثل الدجاج والبط ، أو ضعيفاً ، وعادياً وعاجزاً مثل فقس الحمام والطيور المغردة ولا بد أن يطعم من العش .

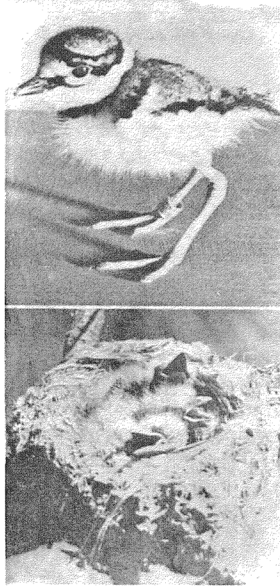
لكل نوع فصل معروف للتكاثر ، عادة لمدة أسابيع قليلة فى الربيع أو الصيف . تغيرات الريش ، واستعراضات الغزل ، ونداءات الزواج ، والأنشطة التناسلية ينظمها الهرمونات من المناسل والغدة النخامية ، وهذه تتأثر بدورها بالضوء « بطول النهار » وقد تأكد هذا وحدث الغناء وسلوك الزواج ، وحتى إنتاج البيض فى غير موسمته بتعريض الطيور لضوء اصطناعى إضافى كل يوم . فى مزارع الدواجن التجارية ، يضاهى الضوء الكهربائى فى غرف وضع البيض ، خاصة أثناء الشتاء

مما يسبب زيادة في إنتاج البيض ، ولكن الدجاج الذى يعرض لهذه المعالجة يكون عمره أقصر .
 فى أنواع كثيرة من الطيور الأرضية يقوم الذكر بحماية منطقة نفوذ مناسبة لتطلبات زوج من الطيور لكى يتناسل . ولا يسمح بدخول هذه المنطقة للذكور المنافسة من نفس النوع أو للأعداء .
 عندما تنضم أنثى الذكر قادر كهذا ، يبدأن ببناء العش ، ثم الزواج ، ثم وضع البيض ، ثم الحضانة ، ثم رعاية الصغار . فى بعض الأنواع يتقاسم الجنسان هذه الواجبات ، بينما فى أنواع أخرى ، يقوم أحد الجنسين بمعظمها .

بعض الطيور المائية وقليل من الطيور الأرضية تضع بيضها على الصخور العارية أو أعلى الأرض ، ولكن معظم الأنواع تبنى عشاً كحصن للبيض ومأوى للصغار . والعش يختلف (شكل ٢٦ - ٨) ، فهو مجرد إنخفاض فى التربة أو فى الحصى (الزرقاق) ، أو هيكل غير متاسك من أغصان الأشجار (الحمام) ، أو على هيئة كأس منسوج من مواد نباتية (كثير من الطيور المفردة) .
 صائد السمك وبعض عصافير الجنة تحفر عشاً على هيئة سرداب فى شواطئ المجارى المائية ، أما ناقر الخشب فيحفر تجويفاً بيضاً ويا كبيراً فى جذع شجرة ، وبعض عصافير الجنة تبنى عشها من الطين . وتستخدم اليوم ، والزرقاق والقرقف الأمريكى تجاويف طبيعية أو اصطناعية ، بما فيها الصناديق التى يصنعها الإنسان . يكون متوسط أعداد البيض الذى تضعه الأنثى فى المرة الواحدة قليلاً فى الطيور التى تضع بيضها فى أماكن آمنة أو عشوش ، بينما يكون كبيراً فى الطيور التى تبيض على الأرض . حجم البيضة ومدة الحضانة تتصل بشكل عام بحجم الأم ، وفى الطيور مبكرة النضوج يكون البيض كبيراً ويحتاج لفترة حضانة طويلة ، عكس الطيور متأخرة النضوج من نفس الحجم .
 تحتاج صغار الطيور متأخرة النضوج نحو أسبوع بعد الفقس قبل مغادرة العش (شكل



شكل ٢٦ - ٨ : بعض أنواع أعشاش الطيور . إلى اليسار . الزرقاق ، البيض موضوع على الأرض . فى الوسط . حمام الوادى ، البيض فى انخفاض محدد . إلى اليمين . عصافير الجنة الذى يسكن سفوح الجبال ، الأعشاش مبنية من أقراص الطين ، ومتجاورة جداً مكونة مستعمرة كثيفة على صخر (تصوير سعور) .



شكل ٢٦ - ٩ الطيور الصغيرة (أفراخ الطيور) . أعل فرخ الزفراف مبكر النضوج يفقس وله غطاء كامل من الزغب ، والعينان مفتحتان ، وقادر على التحول في الحال . ويرى « سن البيضة » الصغير الأبيض على طرف المنقار ، والحلقة الموجودة على الرجل هي للتمييز . أسفل . فرخ بيوى الحشب العاجز (متأخر النضوج) في العش لمدة أيام بعد الفقس . الزغب موجود ويبدأ الريش اغيط في الظهور . العينان مازالتا مقفلتين ولا بد من تغذية الفرخ بواسطة الأبوين . (تصوير ستورر)

٢٦ - ٩) ، ويطول الوقت في حالة الطيور الكبيرة .

تحتاج جميع الصغار إلى رعاية بعد الفقس - تغذية ، حماية ، واحتضان (لوقايتها ضد البرد والبلل) ، وتحميها ضد حرارة الشمس غير المناسبة . تعتنى الحيوانات البالغة بالصغار وتحميها لفترة من الزمن بعد تركها للعش . تكون المجاميع العائلية الأنوية للأسراب الشتوية من الشحور والسمان . في الصقور الانفرادية وأكلات الحشرات تشتت الصغار أو تطرد بواسطة الأبوين ، وجميعها تتابع حياتها المستقلة .

٢٦ - ١٩ علاقة الطيور بالإنسان

تستخدم الشعوب المتأخرة الطيور البرية للطعام والثياب . استخدم المستوطنون الأوائل في شمال أمريكا طيور الصيد كطعام ثم بعد ذلك بيعت أعداد ضخمة منها في أسواق المدن ولكن أعداد الطيور البرية لا تستطيع أن تتحمل هذه المذبذبة المستمرة . فقد انقرض الطريق الكبير والحمام الزاجل ، وأصبحت أنواع كثيرة نادرة الوجود . يبحث ملايين الصيادين في الولايات المتحدة كل عام عن البط ، والأوز والسمان وطيور الصيد الأخرى ؛ ولكن طبقا للقوانين المقيدة لذلك بالنسبة لفصول السنة ، وحدود الصيد وطريقته . وقد استحدثت الوسائل لزيادة الإمداد وذلك بواسطة « الإدارة الرياضية » وتشكل الآن المبيدات الحشرية - الهيدروكربونات المعالجة بالكالورين - أخطر تهديد لحياة الطيور ، وخاصة الأنواع التي توجد عند قمة السلسلة الغذائية (عقاب البحر ، والنسر الأصلع ، والبيجة بنية اللون) .

تساعد أنواع كثيرة من الطيور الصغيرة الإنسان في التخلص من الحشرات الضارة والأعشاب الضارة بالحبوب ، ولكنها تمثل عاملاً واحداً فقط في إبادة مثل هذه الآفات . تتغذى معظم الصقور واليوم على القوارض الضارة بالمحاصيل ، ولو أن قلة منها تؤدي الدواجن ، وطيور الصيد ، والطيور المغردة . وعدد من الطيور يصيب المحاصيل أحيانا بأن تأكل الحبوب المزروعة حديثا والنبته الصغيرة ، أو الحبوب الناضجة ، والفواكه ، وحبوب الثمر ، حتى أصبحت المقاومة ضرورية وتعتبر الطيور مستودعا لبعض الأمراض يحملها البعوض وتصيب الإنسان بما فيها مرض النوم .

أصبحت دراسة الطيور بالمناظير وآلات التصوير ترويضاً صحياً في الخلاء لأناس كثيرين وتوجد عدة تنظيمات مخصصة لهذا الموضوع . وقد احتفظ الإنسان ولعدة قرون بالطيور البرية كطيور زينة في أقفاص ومراني للطيور . وحديثا اعتمدت هذه التجارة على الإمساك بالطيور البالغة أو الصغار في الخلاء ، ولكن مربي الطيور يربون الآن أنواعاً كثيرة .

أعظم مساهمة اقتصادية للطيور في صالح الإنسان تأتي من الأنواع المنزلية ، دجاج المزارع أو الدواجن فيستخدم الدجاج ، والديكة الرومية ، والبط ، والأوز في الطعام ، وإنتاج البيض ، وتمد الإنسان بالريش الذى يستخدم في الوسادات ولقد إستؤنست أنواع أخرى لأسباب حسية (عقائدية) .

٢٦ - ٢٠ الطيور الحفرية

بقايا الطيور الحفرية أندر من بقايا الفقاريات الأخرى وذلك لأن هياكل الطيور هشة وإمكانية حفظها قليلة . نشأت الطيور من الزواحف أقدم الحفريات في العصر اليوراس الأعلى في ألمانيا حيث وجدت بصمات على الحجر الجيري تشبه الطائر (أركيوتر كس) . وهذا المخلوق كان في حجم الحمامة كما كان له مجموعة من الأسنان في فقر على الفكوك ، وجناح به ثلاثة أصابع تنتهى بمخالب ، وذيل طويل له ريش على الجانبين . وفي العصر الطباشيرى وجدت طيور كثيرة مسننة ، بعضها ضخمة والآخر صغير الحجم وبدءا من العصر الثلاثى وبعده ، فقدت الطيور أسنانها وتقدمت تدريجيا نحو الأنواع الحديثة . وبعض الطيور التى تحيا الآن لها مثيلات حفرية من العهد البليستوسين .

مراجعة

- ١ - ما هي الخصائص المميزة للطيور ؟ ما هي الخصائص الجديدة منها ، وغير الموجودة في طوائف الفقاريات الأقل تقدما ؟
- ٢ - صف الريشة . ما هي بعض الأنواع الشائعة من الريش ؟ ما هي الوظيفة التي تتطلب تكوين غطاء واقى مثل الريش ؟
- ٣ - صف بعض الريش الوحيد في هيكل الطيور .
- ٤ - ما هي الآلية التي تحل محل « أسنان الدجاج » لطحن الطعام ؟
- ٥ - صف الظواهر الخاصة للجهاز التنفسي في الطيور . كيف تختلف الرئات في الطيور عنها في الفقاريات الأخرى ؟
- ٦ - ما هو المعروف عن طرق الهجرة في الطيور وعن الوسيلة التي ترشدتها ؟
- ٧ - من أى مجموعة من الفقاريات نشأت الطيور ؟ ما هي الصفة الموجودة في طيور الحقب الأوسط وغير الموجودة في طيور الأزمان الجيولوجية التالية ؟

فصل السابع والعشرون

الثدييات

الثدييات هي أرق مجموعة من الحيوانات . تضم الخلد ، والحفايش ، والقوارض ، والقطط ، والقردة ، والحيتان ، والغزلان ، والإنسان ، وأنواعاً أخرى حية ومنقرضة . جميع الثدييات لها شعر أو فراء وهي من ذوات الدم الحار . يرجع اسم الطائفة إلى الغدد الثديية في الأنثى التي تفرز اللبن لرضاعة الصغار . الرعاية الأبوية للصغار متقدمة جداً في هذه الطائفة . تقطن الثدييات المختلفة العالم من المناطق القطبية حتى المناطق الاستوائية ومن البحار إلى الغابات الكثيفة والصحارى الجافة . كثير منها له عادات انزعالية أو يكون ليلياً بحيث تندر رؤيته ، ولكن الثدييات هي المجموعة السائدة اليوم في العالم . قليل من الأنواع البرية تصاد للرياضة . وأخرى للارتفاع بفرائها . بعض القوارض وآكلات اللحوم من الثدييات تصيب المحاصيل والحيوانات الداجنة للإنسان ، وهناك أنواع معددة تعمل كمستودعات للأمراض . تمد الثدييات المستأنسة الإنسان بالطعام والملبس ووسائل الانتقال .

٢٧ - ١ الخصائص

- ١ - عادة يغطي الجسم بالشعر (نادرة في بعض الثدييات) الذى يقلش دورياً . بالجلد غدد كثيرة (دهنية ، وعرقية ، وللرائحة ، وثديية) .
- ٢ - للججمجة لقمتان قفويتان ، فقرات العنق عادة ٧ ، الذيل عادة طويل ومتحرك .
- ٣ - المنطقة الأنفية عادة رفيعة ، للفكوك غالباً أسنان من أنواع عدة ، مميزة طبقاً لعادات التغذية ، للعيون جفون متحركة ، للأذن عادة صوان لحمى خارجى .
- ٤ - توجد أربعة أطراف (فى الحيتان وأبقار البحر يخفى الطرفان الخلفيان) ، كل قدم ٥ (أو أقل) أصابع والأطراف مهيأة للسير ، أو للعدو ، أو للتسلق ، أو للحفر ، أو للسباحة ، أو للطيران ، تنتهى الأصابع بمخالب ، أو أظافر ، أو حوافر ، وغالباً لها وسادات لحمية .
- ٥ - للقلب ٤ غرف (أدنيتان ، وبطينان واضحان) ، يبقى فقط القوس الأورطى الأيسر ، خلايا الدم الحمراء ليس لها نواة ، وعادة مستديرة .

- ٦ - التنفس بالرئتين فقط ، للحنجرة حبال صوتية ، يوجد حجاب حاجز عضلي كامل يفصل الرئتين والقلب عن التجويف البطني .
 - ٧ - توجد مئانة بولية ، والمخرجات (البول) سائلة .
 - ٨ - ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية ، الدماغ متقدم جداً ، المخ والمخيخ كبيران .
 - ٩ - درجة حرارة الجسم منتظمة (ثابتة الحرارة)
 - ١٠ - للذكر عضو سفاد (قضيب) ، الإخصاب داخلي ، البيض عادة صغير جداً ، بدون قشرة ، ويحفظ في رحم (قناة بيض متحورة) الأنثى ليتكون الجنين ، الأغشية الجنينية موجودة ، توجد المشيمة ، يتغذى الصغير بعد ولادته بلبن يفرز من الغدد الثديية للأنثى .
- غطاء الجسم العازل (الشعر والدهن الموجود تحت الجلد) ، والانفصال التام للدم الوريدي عن الدم الشرياني في القلب يمكنان الثدييات من تنظيم درجة حرارة الجسم . الأيض سريع ، وبناء عليه فإن الكمية اللازمة من الطعام كبيرة . الأسنان عادة واضحة ومتميزة . حواس الإبصار ، والسمع والشم متقدمة . المخيخ والمخ الكبيران يسمحان بدرجة كبيرة من التناسق والتعلم والذاكرة الواعية . أصغر الثدييات هي الزبابات والفئران التي يصل طول الرأس والجسم فيها إلى أقل من بوصتين (٥ سم) وتزن جزءاً من الأوقية . وتندرج الثدييات الأخرى باختلاف في الحجم حتى الحوت الأزرق وطوله ١٠٠ قدم (٣٠ متراً) ووزنه ١٣٠ طناً (١١٨ طن قياسي) وهو أضخم الحيوانات .

تركيب الثدييات : القط المستأنس

٢٧ - ٢ الصفات الخارجية

يُغطى كل الجسم شعر كثيف أو فراء ، ويتكون الجسم من رأس مستدير ، وعنق قصير ، وجذع ضيق ، وذيل مرن . لكل طرف أمامي خمسة أصابع يوسادات لحمية ، ومخالب إنكماشية منحنية . الأطراف الخلفية أقوى وتعطى القوة الأساسية في التحرك ، ولكل أربعة أصابع ومخالب .

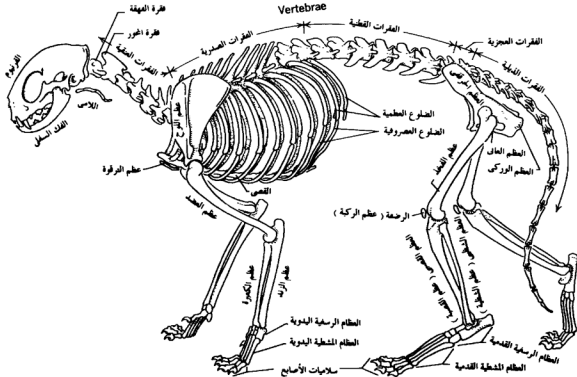
فتحتا الأنف ضيقتان وتقعان تحت طرف البوز ، والفم محاط بشفتين لحميتين . لكل عين جفنان تحفهما شعيرات دقيقة أو رموش . تحت الجفنين يوجد غشاء رامش شفاف يسحب عبر مقلة العين . بجوار العينين والأنف توجد شعرات طويلة حسية ، « شوارب القط » . خلف العينين توجد أذنان خارجيتان لحميتان رقيقتان ، لكل قناة سمعية خارجية داخل الرأس . الجذع يتكون من صدر وبطن عريض خلفه . على الناحية البطنية للأنثى توجد أربعة أو خمسة أزواج من الحلمات الصغيرة البارزة تفتح من خلالها الغدد اللبنية . تفتح فتحة الشرج تحت الذيل ، وتحتها مباشرة توجد الفتحة البولية التناسلية . في الذكر يوجد الصنف الذي يحتوي على الخصيتين تحت فتحة الشرج .

٢٧ - ٣ غطاء الجسم

الجلد رخو ورقيق ، باستثناء وسادات القدم القرنية الغليظة ، ويلتصق بالجسم في غير إحكام . يغطي كل الجسم غطاء كثيف من الشعر . تنمو كل شعرة (أشكال ٢٧ - ٥ ، ٣ - ١) من حويصلة الشعرة داخل الجلد . لكل حويصلة غدة دهنية صغيرة تنتج إفرازاً زيتياً لتشحيم الشعرة ، وعضلة ناصبة ترفع الشعرة . تنتج الشعرة غير الحية من البشرة ، وتُجدد دورياً بالقلش الذي يحدث عادة في الخريف . يتوقف لون الشعرة على حبيبات الصبغ الموجودة في قشرة الشعرة أو الطبقة الخارجية . القفط البيضاء لا يوجد بها صبغ .

٢٧ - ٤ الهيكل

يتكون الهيكل أساساً من العظم ، ويوجد الغضروف على أسطح المفاصل ، وعلى أجزاء من الضلوع (شكل ٢٧ - ١) . الجمجمة المستديرة هي صندوق صلب . كل عظامها ملتحمة مع بعضها وبينها دروز . منطقة الوجه بها فتحتا الأنف والحجاجان الكبيران اللذان يأويان العينين ، على الناحية البطنية يوجد فم مسطح تحفه الأسنان . على السطح الخلفي توجد فتحة كبيرة (الثقب الكبير) خلالها يتصل الحبل العصبي بالدماغ ، وعلى كل جانب منه توجد لقمة قفوية مستديرة بها



شكل ٢٧ - ١ : هيكل القط المستأنس

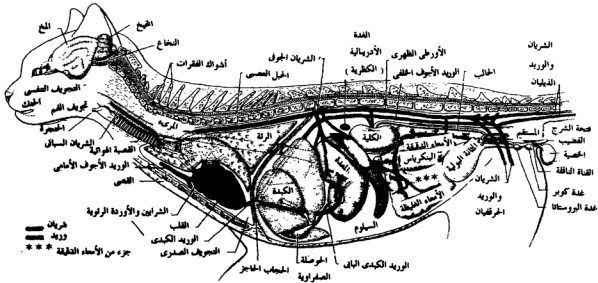
تتمفصل الجمجمة مع الفقرة الأولى . الفك السفلى يحمل أيضاً أسناناً ، ويتكون من عظمة واحدة على كل جانب .

العمود الفقارى أو العمود الشوكى يكون دعامة مرنة للجسم ويأوى الحبل العصبى ، تفصل الفقرات المتجاورة عن بعضها أقراص بين فقرية من الغضروف الكثيف . وينقسم العمود الفقارى إلى خمسة مناطق : العنقية ، والصدرية ، والقطنية ، والعجزية (ملتحمة للإتصال بالحزام الحوضى) ، والذيلية . تكوّن الضلوع والقص البطنى « سلة صدرية » مرنة لحماية الأعضاء الحيوية وللقيام بحركات التنفس .

الحزام الصدرى (عظم اللوح وعظم الترقوة) يتصل بالصدر بواسطة العضلات ويدعم الطرفين الأماميين . يتصل الحزام الحوضى بصلاصة بمنطقة العجز .

٢٧ - ٥ الجهاز العظمى

للتدييات عضلات أقل عقلية على الفقرات والضلوع ، وأكثر تقدماً وتطوراً على الرأس والعنق والأطراف منها فى الفقاريات الدنيا لقطع عضلات بالوجه تؤدي بعض التعبيرات فيما يتصل بالحالات العاطفية . وقد دارت الأطراف بحيث أصبح الكوع للخلف والركبة للأمام ، ويزر الطرفان فى اتجاه البطن بعكس الأطراف الجانبية فى البرمائيات والزواحف . إحدى الخصائص المميزة فى التدييات هى وجود حاجز عرضى عظمى يشبه القبة هو الحجاب الحاجز الذى يقسم السيلوم إلى تجويف صدرى أمامى للقلب والرئتين وتجويف بطنى فى الخلف للأعضاء الأخرى .



شكل ٢٧ - ٢ : القط ، التركيب الداخلى . الظل الداكن ، أوردة ، والظل الفاتح ، شرايين

٢٧ - ٦ الأسنان (أشكال ٢٧ - ٨ ، ٢٧ - ٩)

أسنان التدنيات محددة العدد ، ومثبتة في نقر ، ومتخصصة في الشكل والوظيفة تبعاً لأنواع الطعام المستخدم ، وأسنان القط مهياة لقطع وتمزيق اللحم . يثبت جذر كل سنة بمادة أسمتية في نقرة (حويصلة) في الفك . للقط أربعة أنواع من الأسنان : قواطع قصيرة في مقدمة الفكوك ، ليقطع أو ينشر بها الطعام ، أنياب رفيعة واحة تستخدم للإسكاف بالفريسة أو قتلها كما تستخدم في القتال . والضروس الأمامية والضروس الخلفية مثلثة الشكل وتستخدم في قص وطحن الطعام تشكل القواطع والأنياب والضروس الأمامية أسنان اللبن في القط الصغير ، ثم تستبدل بعد ذلك وتضاف إليها الضروس الخلفية . الأسنان متشابهة على الجانبين ولكنها تختلف في الفك العلوى عنها في الفك السفلى . تشكل الأسنان في مجموعها التسنن .

٢٧ - ٧ الجهاز الهضمى (شكل ٢٧ - ٢)

يطن تجويف الفم غشاء مخاطى لين ، وبه ثلاث لحماية حول الأسنان . يتصل اللسان المرن بالناحية البطنية ، ويدعم بالعظام اللامية ، يحتوى سطحه العلوى الخشن على أربعة أنواع من الحلمات وبراعم التذوق الميكروسكوبية . سقف الحلق يكون سقف تجويف الفم ، الجزء الأمامى منه صلب عظمى ، وخلفه يوجد سقف الحلق الرخو للحمى القصير . توجد ٤ أزواج من الغدد اللعابية تصب إفرازها في الفم لتلين الطعام ، والغدد اللعابية هى : النكفية ، وتحت الفكىة وتحت اللسانية ، وتحت الحجاجية .

البلعوم هو تجويف خلف الفم حيث تعبر مسارات التنفس والطعام . تدخل فتحة الأنف الداخيتين البلعوم من الناحية الظهري وخلفهما فتحة أنبوتى إستاكبوس . على الناحية البطنية ، وخلف اللسان ، توجد الفتحة التنفسية أو فتحة المزمار ، عندما يكون الطعام ماراً تغطى هذه الفتحة بقطعة أمامية تعرف بلسان المزمار . المرء أنبوبة عضلية ضيقة تمر في الصدر إلى المعدة الكبيرة خلف الحجاب الحاجز . تتصل المعدة بدورها بالأمعاء الدقيقة المتلوية وبينهما يوجد الصمام البوابى . تلتحم بالجزء الأمامى من الأمعاء الدقيقة قنوات الغدد الهضمية وهى الكبد الكبير بنى اللون المكون من عدة فصوص ، والبنكرياس الصغير الأبيض . عند نهاية الأمعاء الدقيقة يوجد أعور قصير . تمتد الأمعاء الغليظة إلى أعلى الجانب الأيمن وعبر البطن ، ثم تمبط إلى اليسار إلى مستقيم عضلى قصير بفتحة الشرج .

٢٧ - ٨ الجهاز الدورى

يقع القلب في التجويف الصدرى داخل غشاء رقيق هو التامور . يتكون القلب من أربع غرف كما في الطيور ، أذنين وبطينين عضليين سمكين . ويمر الدم خلال القلب والرتتين كما في الطيور ، ولكنه في التدنيات يخرج من البطين الأيسر خلال قوس أورطى أيسر ، ويعطى بعد مسافة قصيرة شرياناً يسمى الشريان عديم الاسم (بقايا القوس الأيمن) ، حيث ينشأ الشريانان السباتيان العامان ،

ثم يستمر الشريان عديم الاسم كشريان تحت ترقوى إلى الطرف الأمامى الأيمن ، وينشأ من القوس الأيسر شريان تحت ترقوى أيسر ثم يدور القوس إلى الخلف كأبهر ظهري يتفرع إلى الأعضاء الداخلية ، وجذر الجسم والطرفين الخلفيين ، ثم يستمر كشريان ذيلي في الذيل .

يضم الجهاز الوريدي زوجا من الأوردة الودجية من الرأس والعنق ، ووريدين تحت ترقوين من الطرفين الأماميين . يجمع هذه الأوردة على كل ناحية وريد أجوف أمامى يفتح في البهو الأيمن . يعود الوريد الأجوف الخلفى بالدم من الذيل ، والطرفين الخلفيين ، والكليتين ، والمنسولين والعضلات الظهرية . يحمل الجهاز الكبدى الباقى الدم من الأعضاء الهضمية إلى الكبد ، ومنها عن طريق الأوردة الكبدية إلى الوريد الأجوف الخلفى الذى يدخل البهو الأيمن . لا يوجد جهاز كلوى باقى . الطحال كتلة داكنة خلف المعدة .

٢٧ - ٩ الجهاز التنفسى

الهواء الداخلى عن طريق فتحات الأنف يندفأ ويُنظف بواسطة اللحائية المخاطية الموجودة على العظام الملتفة ، ثم يعبر البلعوم ، الموجود خلف سقف الحلق الرخو ، ليدخل فتحة المزمار أو فتحة الحنجرة وهى عبارة عن هيكل من الغضاريف تحتوى على الأحبال الصوتية . يمر الهواء من الحنجرة في القصبة الهوائية المرنة التى تدعم بغضاريف على هيئة حرف C . في الصدر تنفرع القصبة الهوائية إلى شعبتين هوائيتين تنفرعان إلى فروع تنتهى في الحويصلات الهوائية الميكروسكوبية للرئة . حول الحويصلات توجد شعيرات رئوية حيث يتم تبادل الأوكسجين وثنائى أكسيد الكربون ، أو التنفس الخارجى . الرئة إسفنجية مرنة ومكونة من ثلاثة فصوص . البلورا (غشاء جانبى) غشاء رقيق . أملس يغطى الرئتين ويطن التجويف البلورى . آلية التنفس موصوفة في فصل ٦ .

٢٧ - ١٠ الجهاز الإخراجى

تقع الكليتان في المنطقة القطنية فوق البيتين . يمر البول السائل من كل كلية في قناة ، هى الحالب ، ليخترن في المثانة البولية العضلية القابلة للاتساع ، وتقع في الوسط البطنى تحت المستقيم . تنقبض المثانة على فترات لتدفع البول للخارج خلال مجرى البول الذى يفتح عند الفتحة البولية التناسلية في الأنثى ولكنه يمر خلال القضيب في الذكر .

٢٧ - ١١ الجهاز العصبى وأعضاء الحس

الدماغ نسبيا أكبر منه في غير الثدييات من الفقاريات الأرضية . الفصان الشميان وساق الدماغ تغطى بنصفى الكرة المخين الكبيرين ، وهذه الزيادة في الأنسجة المحيية يواكبها زيادة في درجة الذكاء التى يمارسها القط . يتصل نصفا الكرة المخيان من الداخل بحزمة عرضية من الألياف ، تعرف بالجسم المقرن الأعظم ، وهو مميز للثدييات . المخيخ كبير ذو ثنيات ، يتكون من فص أوسط وفصين جانبيين (شكل

٩ - ٣) . ولتكوينه المتقدم علاقة بالتناسق الرفيع في أنشطة القط . يوجد ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية ، ومن الحبل العصبي يمر زوج من الأعصاب الشوكية لكل قطعة بدنية . تقع جذوع الجهاز السمبثاوي تحت الفقرات مباشرة .

تشابه أعضاء التنوق ، الشم ، والإبصار ، والسمع في القط مثيلاتها في الإنسان بالنسبة لموقعها ووظيفتها (فصل ٩) . تتجمع الموجات الصوتية بواسطة الأذن الخارجية المتحركة وتُمر في القناة السمعية الخارجية التي توصل إلى طبلة الأذن (الغشاء السمعي) . للأذن الوسطى في الثدييات ثلاث عظيّمات سمعية (المطرقة ، والسندان ، والركاب) توصل الذبذبات إلى الأذن الداخلية وللموقع المتلف حلزونياً .

الغدد الصماء في القط هي النخامية ، والدرقية ، والجاردرقية ، والأدرينالية (الكظر) ، وجزر لانجرهانز ، والمناسل (أنظر فصل ٨) .

٢٧ - ١٢ الجهاز التناسلي (شكل ١٠ - ٢)

في الذكر توجد الخصيتان داخل كيس الصفن . من كل خصية يدخل المنى شبكة من الأنبيبات الدقيقة تعرف بالبربخ المتصل بالقناة الناقلة (قناة المنى) . وهذه القناة تكون ، مع الأوعية الدموية والأعصاب ، الحبل المنوي الذي يدخل البطن من خلال القناة الأربية الصغيرة . تدخل القناتان الناقلتان قاعدة مجرى البول وهو قناة بولية تناسلية مشتركة تمر خلال عضو الذكر ، أو القضيب . أثناء الجماع ينقل القضيب المنى إلى مهبل الأنثى . تفرز غدة البروستاتا وغدد مجرى البول البصلية الموجودة في الخلف ، إفرازات تساعد في انتقال المنى .

للأنثى مبيضان صغيران خلف الكليتين . إلى جانب كل مبيض يوجد القمع أو فتحة قناة البيض التي تؤدي إلى قناة بيض دقيقة تنجّه للخلف مكونة قرن الرحم وهو سميك الجدار ، يلتحم القرنان في الخلف مكونين جسم الرحم الذي يمتد منه المهبل بين المثانة البولية والمستقيم إلى البظر البولي التناسلي الذي يطابق قضيب الذكر .

أثناء التكاثر ، تتكون البويضات في المبيض وتدخل قناة البيض وتخصب بالمنى الذي يمر لأعلى من المهبل بعد الجماع . تُثبت البويضات المُخصبة في الجدر الداخلية لقرن الرحم وتُصير مزرعة تكون الأغشية الجنينية ، للجنين المتكون ، المشيمة (أشكال ١٠ - ١٣ ، ٢٨ - ٤) ، من خلالها يحصل الجنين على التغذية والأكسجين ويتخلص من المنتجات المتخلفة عن طريق الدورة الدموية للأم . تستغرق فترة الحمل ، من الإخصاب حتى الولادة ، ٦٠ يوماً .

تركيب الثدييات الأخرى ٢٧ - ١٣ الصفات الخارجية

تختلف الثدييات الكثيرة في الحجم ، والشكل ، والتناسب ، وطبيعة الشعر الذى يغطيها (إهاب الحيوان) ، واللون . والأنواع التى تعدو بسرعة لها أجسام ضيقة وأطراف طويلة ، أما الأنواع الكبيرة المسترخية (الجالسة) فهى ثقيلة من كل النواحي ، والحيتان ، والفقمات والأخرى التى تسبح تكون أجسامها مغزلية الشكل . تتنوع ذيول الثدييات - فهى تشبه الفرشاة « مضرب الذباب » فى الحافيات ، وتكون قوية وغلظتها للدعامة والإتزان فى الكنغر ، ومسطحة كالدفة فى الحيتان ، والقندس (كلب الماء) ، وجرد المسك ، وقابضة للإمساك فى الأوسوم وبعض قرود العالم الحديث .

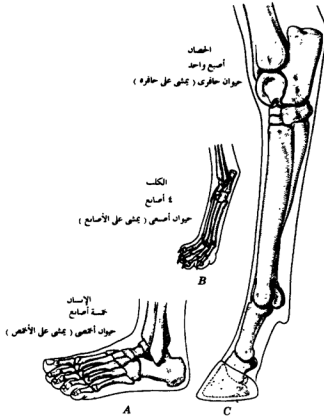
الأطراف رفيعة فى الغزال الرشيق والظباء ، ضخمة مكتنزة فى الأفيال وأفراس النهر ، قصيرة لها كعوف عريضة كما فى الخلد ، وتشبه المجذاف فى الفقمات والحيتان . للكنغر والجربوع وجرد الكنغر أطراف خلفية طويلة وأقدام وذيل طوال للقفز أو المشى المتواصل ، للخفافيش أطراف أمامية وأصابع طويلة رقيقة لتدعم أغشية الطيران الخفيفة (الأجنحة) التى يطير بها فى الهواء .

ينتهى قدم الثدييات (شكل ٢٧ - ٣) النموذجى بخمسة أصابع ، كما فى الإنسان والرئيسيات الأخرى . القدم ضيق وبه أصابع أقل فى الثدييات الراكضة . فالحصان الحديث له أصبح واحد فى كل قدم . الماشية ، والأغنام والغزلان « مشقوقات الحافر » يعمل فيها الأصبعان الثالث والرابع ، أما الأصبع الثانى والخامس فهما بقايا زائدتين كالأصابع .

٢٧ - ١٤ غطاء الجسم

الجلد ينتج الشعر وتركيب قرنية ويحتوى على كثير من الغدد . عندما يتعرض الجلد للتآكل الشديد فإنه يكون جُسَّات قرنية كثيفة كما فى كفوف اليد وأخمص القدم فى الإنسان ، وكا فى وسادات القدم فى الدببة والفئران الخ . المخالب ، والأظافر والحوافر فى الثدييات المختلفة ، والقرون فى الماشية والأغنام وظباء العالم القديم كلها قرنية . فى كل تلك الثدييات يستمر النمو من القاعدة ليعوض التآكل الخارجى . تُدعم القرون بلب عظمى . المناطق فى الأيائل هى نمو سنوى تتكون من نسج ضام يتكلس بعد ذلك (شكل ٢٧ - ٤)

يختلف الشعر فى الطول ، والكثافة ، والنسيج . واللون فى الأنواع المختلفة . فهو ثقيل فى الثدييات القطبية ولكنه رفيع وقصير فى الأنواع الإستوائية . والحيتان عارية إلا من بعض الأشواك حول الشفتين . فى كثير من الثدييات يضم الغطاء فراءً ناعماً كثيفاً تحت عدد قليل من الشعر الثقيل الطويل لوقايته من التآكل . حول الأنف والعينين فى آكلات اللحوم والقوارض توجد الشوارب الطويلة الحسية ، تحاط قاعدة كل شارب بألياف عصبية حسية . عندما يتجول الحيوان تستقبل الشوارب منبهات اللمس . يغطى آكل النمل الشوكى ، والفنفذ ، والشهيم بأشواك حادة (شعر متحور) . توجد قشور بينها شعر



شكل ٢٧ - ٣ : أرجل التدييات (الطرف الخلفى الأيسر) . (أ) الإنسان ، بصفة عامة ، له خمسة أصابع ويمشى على القدم كله . (ب) الكلب ، له أربعة أصابع ، « الكعب » مرتفع ، ويمشى على وسائل لحماية توجد تحت الأصابع . (ج) الحصان وله أصبع واحد (الثالث) ، « الكعب » مرتفع ، ويمشى على الحافر القرني الذى يغطى طرف الأصبع .

على ذيل القندس ، وجذ المسك ، وكثير من الجردان والفئران . يغطى البانغولين تماماً بالقشور . للمدرع درع مفصلي مكون من صفائح قرنية فوق صفائح عظمية وبعض الشعر القليل .

يُقْلَش الشعر دورياً ، عادة في الخريف ، ليتكون غطاء جديد للشاء . يقلش الشعر في الغزلان وبعض الحيوانات الأخرى في الربيع وينتج عن ذلك شعر خفيف قصير لفصل الصيف . يكون غطاء الجسم في ابن عرس والأرانب البرية التى تعيش في الشمال بنيا في الصيف ويقلش ليتكون غطاء أبيض لموسم الثلوج . عادة تنمو كل شعرة حتى طول محدد ثم يتوقف النمو . ويكون النمو مستمراً في فروة رأس الإنسان ، وفي عرف وذيل الحصان ، وعلى أجسام الأغنام وكلاب البودل .

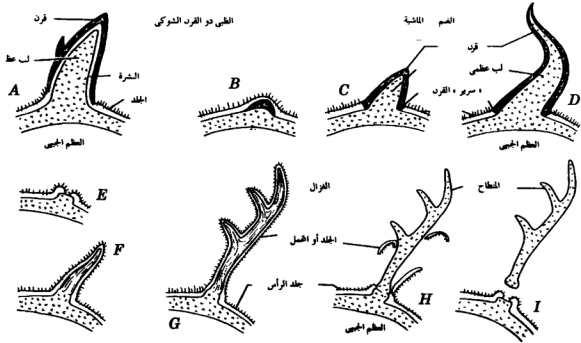
توجد نماذج ملونة متنوعة تنتج عن إختلاف تلون الشعرة . ألوان الثعالب السوداء والبيضاء ثابتة جامدة ، ولكن معظم الأنواع بها علامات لونية على هيئة خطوط أو بقع وعلامات أخرى للحيتان والفقمات طبقة دهنية سميكة تحت الجلد (شحم) لتعزل جسمها ضد فقدان الحرارة في الماء .

٢٧ - ١٥ الغدد

تضم الغدد السطحية (١) الغدد الدهنية ، كما وصفت في القط ، (٢) غدد الرائحة من أنواع مختلفة ، (٣) الغدد الثديية التي تنتج اللبن ، (٤) الغدد العرقية في الحصان والإنسان ، و (٥) الغدد الدمعية التي ترطب وتنظف سطح العين . الغدد اللبنية (شكل ٢٧ - ٦) توجد عادة في الإناث فقط ، ولكنها توجد عاطلة في ذكور الرئيسيات وبعض الثدييات الأخرى . تنشط هذه الغدد في أواخر الحمل بواسطة هرمون برولاكتين (النخامية الأمامية) لتنتج اللبن أثناء فترات التوالد الأولى للصغار . تنتج الغدد العرقية إفرازاً مائياً ، عندما يتبخر على سطح الجسم يلطف ويرد الجسم .

٢٧ - ١٦ التسنن

أسنان الثدييات متخصصة وعادة متشابهة (أشكال ٢٧ - ٧ ، ٢٧ - ٨ ، ٢٧ - ٩) . في كل رتبة أو فرع من الثدييات تخصص الأسنان حسب نوع الطعام المستخدم . الأسنان مخروطية في الخلد والحفاش التي تتغذى على الحشرات ، حادة تستخدم في القص والثقب كما في آكلات اللحم مثل القط ، مسطحة لها تيجان منخفضة هرس الأنواع المختلفة من الطعام كما في السنجاب ، والخنزير والإنسان ، وتشبه المبرد بجيود كثيرة من المينا لطحن النباتات الخضراء كما في الحافريات وكثير من القوارض . يكون تاج السن قصيراً كما في القط أو طويلاً كأسنان الخد في الحصان ، يمكن أن يكون



شكل ٢٧ - ٤ : تركيب وأطوار غزو القرون والمناطق ، قطاعات تخطيطية . (أ) القرن ذو الشوكة للظن . (ب - د) قرون البقرة أو الغنم . (هـ - ط) مناطق الغزلان أو الوعل .

للأسنان جذور واضحة يتوقف نموها بسرعة ، أو تكون بدون جذور ، وتنمو من لب دائم كما في قواطع القوارض . لا يزيد عدد الأسنان في الثدييات العليا عن ٤٤ سنا ، وكثير من الأنواع لها عدد أقل . أنياب الخنزير هي أنياب كبيرة ، وأنياب الفيل هي القواطع العليا . ولا توجد الأسنان بوحيدات المسلك البالغة (ثدييات أولية) ، وبعض الدردائيات ، والبانغولين ، وحيتان البلين .

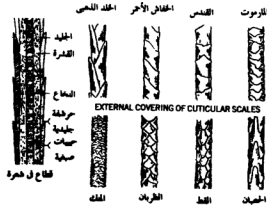
٢٧- ١٧ القناة الهضمية

الأمعاء قصيرة في الأنواع التي تستهلك الأطعمة المركزة مثل الحشرات واللحم ، وطويلة في القوارض والحافريات التي تأكل الحشائش والنباتات الورقية . والأخيرة لها أعور كبير ل يتيح مكاناً إضافياً لكميات الطعام الكبيرة أثناء القيام بعملية الهضم البطيئة . المجترات مثل الماشية والغزلان ، والجمال والتي تعيد مضغ الطعام ، لها معدة من ٤ أقسام (شكل ٢٧ - ١٠) . يجمع الطعام بسرعة ، ويمزج باللعاب ، ويضغ قليلاً ويمر إلى الكرش . ثم يبحث الحيوان عن مكان آمن ليحتر . ترتد إلى الفم كتل صغيرة أو مضغات من الطعام وتمضغ بعناية ثم يعاد بلعها . الأرناب وبعض القوارض تغذى مرة ثانية على أقراصها البرازية لتستخلص منها قوتاً إضافياً .

تاريخ طبيعي

٢٧ - ١٨ التوزيع

تقطن الثدييات عملياً كل أجزاء الأرض . يعيش القط وكثير من الفقمات في البحار القطبية ، ويعيش فقمات أخرى وأسود البحر على شواطئ المحيطات الدافئة . وتعيش الحيتان وخنزير البحر في البحار المفتوحة . يقطن القندس ، وجرذ المسك ، والمنك ، والقضاعة الماء العذب . أرض الحشائش ، والأرض الحشنة ، والغابات هي موطن كثير من القوارض وآكلات اللحوم والحافريات . وتعيش ثدييات أخرى في الغابات الاستوائية الكثيفة ، وفي تندورات القطب الشمالي عديمة الأشجار وفي المناطق الصحراوية . سنجاب الشجر ، والليمور وقرودة كثيرة تقم أساساً في



شكل ٢٧ - ٥ : تركيب شعر الثدييات . (عن هاوسمان)

الأشجار ، الخلد و الجوفر أبو جيوب تعيش في الأرض ، وتطير الخفافيش آكلة الحشرات ليلاً ، في الهواء . لكل نوع من الثدييات مدى جغرافي ويثنى . يمكن أن تكون حدود البيئة ضيقة كما هو الحال مع القندس الذى يتطلب أشجاراً لينة اللحاء للطعام وماء عذبا ساكناً للمأوى . أو تكون البيئة متسعة كما هو الحال مع جرد المازل الذى يكيف نفسه مع البيئات المختلفة .

٢٧ - ١٩ المجموعات

هناك ثدييات كثيرة ليلية أو محتجة يصعب على الإنسان ملاحظتها . ويكتشف وجودها بآثار الأقدام ، بالروث ، أو علامات أخرى ، ولكن الصيد هام لتحديد أعدادها . يعيش أسد الجبل ، الملك ، وقوارض كثيرة وحيدة باستثناء الأنثى عندما تكون مع صغارها . يمكن للذئاب والضباع أن تصيد في مجاميع ، تقطن كلاب البرارى (جيمينوميس) أنفاقاً تستعمرها . يعيش الجاموس ، والظباء ، وقمات الفراء ، وأسود البحر غالباً في قطعان . وكثير من الرئيسيات تعيش في مجاميع اجتماعية .

تختلف الكثافة السكانية باختلاف الغطاء والطعام . يمكن أن يصل عدد الزبابات الصغيرة والجردان ٥٠ - ١٠٠ في الأكر (١٢٣ - ٢٤٧ في الهكتار) وعدد سنجاب الأرض الكبير ٢ - ١٠ في الأكر (٥ - ٢٧ في الهكتار) . يوجد الغزال الأمريكى الواحد في ١٠ - ٤٠ أكر (٤ - ١٦ هكتارا) ، والذب الأسود - حدود مدنية (من ٣٦ ميلاً مربعاً ، أو ٩٣ كيلومتراً مربعاً) لكل فرد . للأنواع البحرية مساحات كبيرة من البحر ترتادها ، وغالباً ما تتجمع في قطعان على الشواطئ . تقل الأنواع في المناطق القطبية وتزداد في المناطق الاستوائية .

في أنواع كثيرة يكون التعداد ثابتاً تقريباً إلا إذا تغير نتيجة للجفاف ، أو للفيضان ، أو لنقص الطعام ، أو لتدخل الإنسان ، أو للعوامل المشابهة . ويصل التعداد للقمّة سنوياً عندما تظهر الصغار ثم يهبط حتى نهاية موسم التناسل الذى يليه . تحدث تذبذبات (تقلبات) دورية في تعداد جرد المرج أو جردان القيط ، واللمنج ، والأرانب البرية (حذاء الثلج) ، والثعالب القطبية وأنواع أخرى في الولايات الشمالية ، وكندا وآلاسكا ، وشمال أوروبا ، مدة الدورة حوالى ٤ سنوات في اللمنج ، ونحو ٩ - ١٠ سنوات في الثعالب القطبية والأرانب البرية .

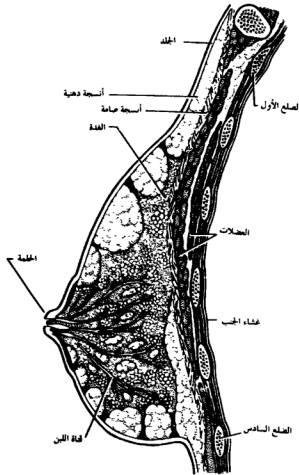
٢٧ - ٢٠ الأوكار والملاجيء (المأوى)

كثير من الثدييات لها ملاجئ حيث تهجع وتنام ، وتتجنب الطقس العاصف ، وتطعم صغارها . تستخدم فئران الخشب ، والأرانب ، وبعض آكلات اللحوم الشقوق الطبيعية بين الصخور . وترتد الخفافيش على الكهوف ، والشجر والمباني . تستخدم الجردان ، والصيداننى (نوع من السنجاب) ، والراكون والأبوسوم تجاويف الأشجار ، بينما يبنى سنجاب الشجر ، وبعض فئران الخشب ، وقليل من الجردان أوكاراً بين أوراق النباتات . تحفر الأرانب ، والسنجاب الأرضى ، والبادجر ، والقيوط ، والظربان جحوراً في الأرض . يعيش الخلد والجوفر أبو جيوب في أنفاق تحت الأرض . يبنى القندس السدود ليصنع البرك حيث يمكنه أن يعم عيdan الحطب ويبنى

بيوتا حصينة من العيدان والطين . وفي المناطق التي يكثر فيها الثلج تغادر الغزلان وآيل الموس الساحات الشتوية إلى أماكن أخرى حيث يمكنها أن ترعى .

٢٧ - ٢١ الصوت

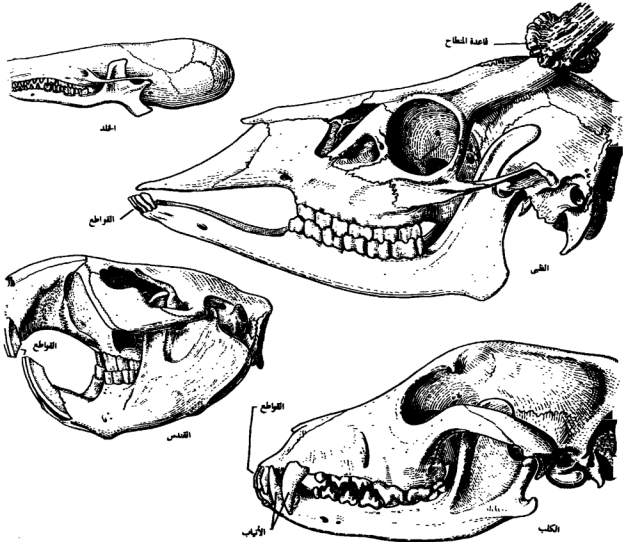
معظم الثدييات تستخدم أصواتها بكثرة ولأغراض متنوعة بما فيها التعبير عن العواطف ونقل المعلومات بين الأفراد . تستخدم النداءات والنغمات في (١) التحذير من الخطر ، (٢) ترويع الأعداء (٣) تجميع الأنواع التي تعيش في تجمعات ، (٤) تجميع الأجناس للتزاوج ، و (٥) تحديد مكان الأبوين أو الصغار . اللغة عادة نداءات جامدة ولكنها متنوعة بين الرئيسيات حتى تصل إلى كلام الإنسان الفصيح . يستخدم الحفاش واليوربوزر أصواتاً عالية المقامات (فوق صوتية) للتوجيه وتحديد مكان الطعام طبقاً لنظرية تحديد المكان بالصدى - سونار .



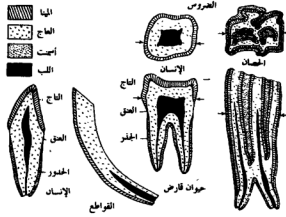
شكل ٢٧ - ٦ : قطاع طولي في الغدة الثديية للإنسان ، غير مفترزة اللبن (عن تسوت .)

٢٧ - ٢٢ الغذاء

الحافريات ومعظم القوارض (مع الحشرات) هي محولات أولية للنباتات - فهي تأكل المواد النباتية وتشكل بدورها غذاءاً للحيوانات التي تأكل اللحوم . تضم الثدييات آكلات العشب



شكل ٢٧ - ٧ : بعض أنواع هاجم وأسنان الثدييات ، ليست على مقياس رسم واحد . الحلدة (رتبة آكلات الحشرات) الأسنان دقيقة ومخروطية للإمساك بالحشرات والديدان . الطي الأذاني (رتبة زوجيات الحوافر) : قواطع الفك السفلي تقابل وسادة لحمية على الفك العلوي لتقطف النباتات بين الأسنان ذات الحود المنيية (الضروس الأمامية والضرروس الخلفية) ، لا توجد أنياب . القندس (رتبة القوارض) : زوجان من القواطع التي تشبه الأزميل تستخدم في القضم ، لا توجد أنياب ، للضرروس الأمامية والضرروس الخلفية حدود مضطمة من المينا لطحن الطعام . الكلب (رتبة آكلات اللحوم) : القواطع صغيرة ، أنياب كبيرة للطعن ، وأسنان الحدة متميزة للقطيع والطحن .



شكل ٢٧ - ٩ : تركيب سنة الثدييات ، قطاعات تخطيطية ، توضح الأسهم التي على الضروس إتجاه القطع في الأشكال العليا والسفلى .

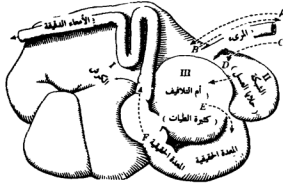
إلى الأراضي العشبية الشمالية في الصيف ثم إلى سهول أخرى جنوباً في الشتاء . وتهاجر القطعان الكبيرة من طباء شرق أفريقيا أساساً للبحث عن الطعام ، بعض الأيل الأذاني الذي يعيش في الغرب يهاجر إلى أعلى جبال سييرا - كاسكاد وجبال روكي لفترة الصيف ولكنه يقضى الشتاء في سفوح التلال عندما تغطي الثلوج الكثيفة السلاسل الجبلية العليا . تترك بعض الحفائش مساكنها الصيفية الشمالية عندما تندر الحشرات وتذهب للجنوب لقضاء الشتاء .

السنجاب أو الصيداني ، وفران الكنغر تجمع الحبوب في جيوبها الخدية وتخزنها . يقطع أرنب أوكوتونا النباتات ويجففها كدريس أثناء الصيف ويخزنها في أماكن جافة بين صخور الجبال العالية التي يسكنها ، ليأكل منها عندما تغطي المنطقة بثلوج الشتاء .

تمارس النوم الشتوى أو البيات الشتوى بعض من السنجاب ، والصيداني ، والمارموت ، وبعض الحفائش ، وأنواع معينة أخرى من الثدييات لتخلص من مآزق ندرة الغذاء في الشتاء . أثناء البيات الشتوى يهبط أيضاً الجسم إلى مستوى منخفض ، فيصدر التنفس وضربات القلب بطيئة ، وتنخفض درجة حرارة الجسم بشدة ويتجمع الدهن الزائد قبل البيات الشتوى ليستخدم كوقود (طاقة) لتبقى هذه الحيوانات حية خلال فترة السبات . يختلف السبات الشتوى في الدية باختلاف الارتفاع .

٢٧ - ٢٣ الحيوانات المفترسة (الأعداء)

تعتبر آكلات الحشائش فرائساً لآكلات اللحوم المختلفة وذلك حسب أحجامها . فتأكل أسود الجبال الغزلان ، ويأكل الأسد الأفريقي الظباء والزبرا (حمار الوحش) ، وهكذا حتى نصل إلى ابن عرس الذي يأكل الجرذان . تقترب الصقور واليوم الجرذان ، والفئران ، والأرانب ، كما تأكل بعض الثعابين الكبيرة قوارض كثيرة . يعتبر الإنسان من أكبر أعداء كثير من الثدييات . فهو يصيد ثدييات



شكل ٢٧ - ١٠ : المعدة ذات الأربعة أقسام للبقرة ، حيوان مجر . تمر الحشائش والمواد الحشنة إلى أسفل في (أ) المريء إلى الكرش وتعود (ب) إلى القم لإعادة مضغها أو للإجترار وبعد ذلك تمر (ج) في الشبكة تذهب الحبوب والأشياء المركزة الأخرى مباشرة إلى الشبكة . وأثناء هضم الطعام يتحرك بالتتابع إلى (د) أم التلافيف ، ثم (هـ) المعدة الحقيقية ، و (و) الأمعاء الدقيقة

الصيد ، ودب الفراء ، كما يقتل الحيوانات التي تفترس الدواجن المنزلية ، والقوارض التي ترعى المحاصيل . الثدييات عوائل لطيفيات وأمراض مختلفة تقلل من حيويتها أو تسبب لها الوفاة وبعضها يمكن أن يكون هاماً في تنظيم كثافة الثدييات . القراد ، والقمل ، والبراغيث ، والديدان المستديرة ، والديدان المفلطحة هي من بين الطفيليات الشائعة (فصل ١٧ ، ٢١ ، ٢٢) .

٢٧ - ٢٤ التكاثر

الإخصاب دائماً داخل في الثدييات ، وتُغذى الصغار باللبن بعد الولادة ، وأكثر الثدييات بدائية هما منقار البط ، وآكل النمل الشوكي اللذان يضعان بيضاً يشبه بيض الزواحف وحجمه كبير نوعاً ما ، ويُحتضن حتى يفقس . للأبوسوم والكنغر والكيسيات الأخرى بيض صغير جداً ، يتكون لبضعة أيام داخل الرحم . ثم تزحف الأجنة غير الناضجة التي تشبه اليرقات إلى الكيس الموجود على بطن الأنثى وتلتصق بإحكام إلى حلقات الثدي ، وتبقى حتى يتم التكوين . في كل الثدييات الأخرى يحتفظ بالبيض لمدة طويلة داخل الرحم الذي يصبح متحوراً لاستقباله وتغذيته بتكوين المشيمة (فصل ١٠) .

معظم الثدييات لها موسم مُحدد للتزاوج ، كثير منها يُنجب بطناً واحداً في السنة ، ولكن بعضها تنجب بطنين أو أكثر . في القوارض تكبر الخصيتان وتنزل في كيس الصفن لتؤدي عملها خلال موسم التزاوج ، ثم تعود إلى البطن تفشل كثير من الثدييات في الإنجاب إذا لم تنزل الخصيتان في الكيس ، لأن الحيوانات المنوية الحوية لا تُنتج في درجة حرارة البطن المرتفعة .

تزاول أنثى الثدييات دورة شبق (فترة السخونة) متكررة دورياً ، تدل عليها اختلافات خلوية في الرحم والمهبل واختلافات في السلوك . تطلق البويضات من المبيض عادة متأخراً بعد دورة الشبق

أو بعدها مباشرة . مدة هذه الدورة في أنثى الفأر ساعات قليلة وتحدث كل أربعة أيام ، للبقرة دورات متكررة تستمر كل منها نحو ٢٤ ساعة كل ١٨ - ٢١ يوما ، وأنثى الكلب تستمر فترتها ٦ - ١٢ يوما وتحدث كل ستة أشهر . يستطيع الأرنب وابن مئزر الإنجاب في أى وقت . تنظم الدورة ، والحمل وإفراز اللبن هرمونات الغدة النخامية والمبيض ، وتؤثر العوامل البيئية مثل طول النهار ودرجة الحرارة على الغدة النخامية .

تختلف العلاقات بين الجنسين أثناء التكاثر . في بعض آكلات اللحوم يبقى الذكر مع الأنثى ويساعد في جمع الطعام حتى تقطم الصغار عن الرضاعة . أنواع أخرى من الثدييات تختلط في التزاوج ، فيأثى ذكر أو أكثر الأنثى ببساطة لمدة يوم أو أكثر حتى تصبح حاملاً . وظاهرة تعدد الزوجات ، تزاوج الذكر بعدد من الإناث ، هى عادة أسود البحر ، وفقمات الغداء ، والماشية ، والحصان البرى (الوحشى) ، والعلك .

تختلف فترة الحمل مع حجم الحيوان . والزمن المحسوب باليوم لبعض الثدييات المعروفة هو كالآتى : الجرذ البنى ، ٢١ ؛ الفأر الترويجى ، ٢١،٥ - ٢٢ ؛ الأرنب البنى ، ٣٠ - ٣٢ ؛ القط والكلب المستأنسان ، ٦٠ ، خنزير غينيا ، ٦٨ ؛ الغنم والماعز ، ١٤٩ ، الظبى الأذانى ، ٢٠٣ - ٢٠٨ ، الدلق ٢٥٩ - ٢٧٥ ، البقرة ، ٢٨٠ ؛ الحصان ، ٣٣٦ ؛ والفيل ، ٢٠ شهراً تقريباً .

عدد الصغار التى تنجب في المرة الواحدة يتناسب عكسياً مع الحجم : الفيل والحصان ، ١ ، الغنم والغزلان ، ١ أو ٢ ؛ آكلات اللحوم ، ٣ - ٥ ؛ القوارض ، ٢ - ٣ أو ٨ - ٩ . فمتوسط الإنجاب في الفأر الأسود والفأر الترويجى حوالى ٨ ، ولكن أنثى الفأر الأخير يمكنها حمل ١٥ جنينا في الحمل الواحد . الثدييات الكبيرة تنجب صغيراً واحداً في السنة ، ولكن الأنواع الصغيرة التى لها فترة حمل قصيرة وتنجب بطوناً عديدة تكون أكثر نسلأ .

صغار الثدييات مبكرة النضوج مثل الأرانب الكبيرة والجلبية ، والغزلان والثدييات المنزلية تولد وجسمها مغطى بالشعر ، ويعونها مفتوحة وقادرة على التجول في الحال (شكل ٢٧ - ١١) ، وعلى النقيض في الثدييات متأخرة النضوج مثل الأرانب الحقيقية (أوريكتولاجوس) ، ومعظم القوارض وآكلات اللحوم فتكون صغارها عارية ، وعمياء ، وعاجزة عند الولادة ، وتتطلب غوا أكثر في عيش قبل أن تستطيع التجول . جميع صغار الثدييات يرعاها الأبوان قبل أن تصبح مستقلة .

٢٧ - ٢٥ العلاقة بالإنسان

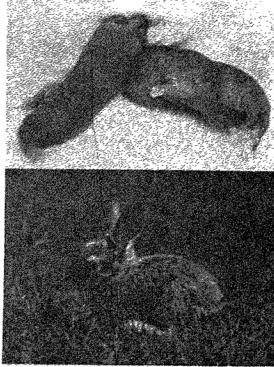
قدمت الثدييات خدمات للإنسان كما أضرت بطرق مختلفة منذ الأزمنة الأولى . يعتمد الإنسان على بعضها في التغذية ، والملبس وضرورات أخرى ، وبعضها يعتبر تهديداً أو مصدراً طبيعياً للمرض ، وبعضها يصيب ممتلكات الإنسان .

يستخدم الإسكيمو شحم الحوت والفقمات في الطهى ، وجلد الكاريبو في الملابس ، وجلد الفقمة ليلبس في الأرجل ، وجلد أنواع أخرى في القوارب . كان هنود السهول يعتمدون اعتماداً كبيراً على الجاموس ، يستخدمون لحمه في الغذاء ، وجلده في الخيام ، وأوتاره في الحياكة . واستخدم الفراء

كمليس لعدة قرون ، وأهم أنواع الفراء هي فراء القندس ، والثعلب ، والوشق ، والمنك ، وفأر المسك ، والشنشلا ، وقد نجحت تربية الأنواع القيمة مثل الثعلب الأسود والمنك في مزارع الفراء . جلد الأرناب ، والققط المنزلية ، وفأر المسك ، وآخرون يصيغ ويجز شعره أو يعالج بطريقة أو أخرى ليشبه الفراء الثمين .

تصاد ثدييات كثيرة الآن للبهجة والترويح . وسوف يؤدي الإضرار بالبيئة ونقص أعداد حيوانات الصيد الكبيرة في العالم (ما عدا الغزلان) إلى تقنين هذه الرياضة في المستقبل . تعرض الحيوانات الكبيرة أو النادرة في كثير من حدائق الحيوان . في المروج الدولية توجد الحيوانات الكبيرة تحت حماية حتى يمكن للزوار مشاهدتها على مسافات قريبة .

الثدييات الضارة هي التي تحطم المحاصيل والحيوانات المنزلية ، وتحمل الأمراض ، وكذلك الأنواع الكبيرة الخطرة على الإنسان نفسه . ترعى الأرناب ، وممرات الحمائل ، وبعض الجرذان ، الخسراوات ، والحدائق ، والحقول ، ويمكن أن تقضم لحاء الأشجار . في الولايات الغربية يصيب سنجاب الأرض حقول الحبوب ومحاصيل أخرى مختلفة ، ويأكل الجوفر ذو الجيوب جذور النباتات في الحدائق والحقول . تسبب الفئران والجرذان المنزلية الدخيلة من العالم القديم خسارة كبيرة . تتغذى آكلات اللحوم (الثدييات المفترسة) في الطبيعة على حيوانات أخرى تتناسب مع حجمها ،



شكل ٢٧ - ١١ : صغار الثدييات . إلى أعلى . الفئران ، تولد عارية ، ضرية ، وعاجزة ، وتحتاج للرعاية والرعاية في عش قبل أن تصبح مستقلة . إلى أسفل . أرناب جاك ، مغطى تماماً بالشعر وتكون له عيون مفتوحة عند الولادة ، وله القدرة على النجول في الحال . (تصوير ستور)

من القوارض حتى الأيائل . ويمكن للذئب والكيوت والقطط البرية والديبة أن تفترس الماشية ، والغنم ، والماعز ، والخنزير ، والدواجن المنزلية . ومنذ بداية الزراعة ، يجد الإنسان لمنع الضرر الذى تسببه القوارض للمحاصيل والمخازن ، وتسببه الحيوانات المفترسة للدواجن المنزلية . وفى وقتنا الحالى وعلى الأقل فى الولايات المتحدة ، أصبحت الحيوانات المفترسة غير ذات أثر فى إحداث خسائر للدواجن المنزلية . وتسبب حملات الإبادة ضد الحيوانات المفترسة ضرراً أكثر من النفع . ومن أهم أمراض الثدييات التى يمكن أن تنقل للإنسان الطاعون والتيفوس فى الفئران المنزلية ، والطاعون ، والحمى الراجعة والحمى الشوكية والتولاريميا فى كثير من القوارض البرية ، والترخنة فى الفئران والحلاليف ، والقطط ، والسعار فى الخفافيش وآكلات اللحوم المختلفة .

٢٧ - ٢٦ الثدييات المستأنسة

استؤنست ثدييات كثيرة لتكون فى خدمة متطلبات الإنسان . فيستخدم الحيوان والثور فى النقل والحجر ، وتستخدم الماشية ، والغنم ، والماعز فى إمداد الإنسان باللحم واللبن ، والخنزير باللحم ، وجميعها تمد الإنسان بالجلد للدباغة . ويُغزل صوف وشعر الغنم والماعز فى شلات أو خيوط حيث ينسج فى المصانع . والكلب حارس وصيدى ويستخدم فى الصيد ، وأحياناً دابة للحمل ، ويؤكل



شكل ٢٧ - ٢٦ : الكوالا (فاسكولازكوس سينويوس) ، حيوان ثديى كيبى شجرى من أستراليا .

بواسطة بعض الشعوب البدائية ، ويحتمل أن يكون الإستئناس قد بدأ في آسيا منذ قرون عديدة ، حيث أن الأسلاف البرية لسلالات كثيرة مستأنسة كانت تستوطن هذه القارة . تمت الثدييات والطيور المستأنسة الإنسان بمعظم بروتينه الغذائى ، هذا بجانب الأسماك ، كما تمده بضروريات أخرى كثيرة تلزم لحياته المتحضرة .

٢٧ - ٢٧ الثدييات الحفرية

من المحتمل أن تكون الثدييات قد نشأت في العصر الترياسى من الزواحف السيودونتية (شبيهة الثدييات) ، التى تخصصت أسنانها . وكانت الأشكال الأولى صغيرة الحجم ولكن بعد ذلك كبرت السلالات في الحجم وتنوعت في التركيب . وقد ظهرت الكيسيات (شكل ٢٧ - ١٢) وآكلات الحشرات في العصر الطباشيرى . ويعتقد أن الثدييات المشيمية العليا قد نشأت من آكلات الحشرات . وبنهاية العصر الطباشيرى إختفت الديناصورات بينما « ازدهرت الثدييات صعوداً » . وجاءت أولاً مجموعة من السلالات القديمة ، غالباً أشكالتها فظة ، ثم ظهرت الأنواع الحديثة . ويُعرف الحقب الحديث (من عهد باليوسين حتى عهد مليستوسين) بزم من الثدييات حيث كانت هذه الحيوانات هى السائدة خلال هذه الفترة . وقد انقرضت نصف الرتب المعروفة من الثدييات تقريباً ، وتحتوى الرتب الأخرى على أنواع حية وأخرى منقرضة . وقد استنتجت العوامل التى أدت إلى ازدهار الثدييات وهى زيادة القحولة والجفاف من العصر البرمى فصاعداً مما يناسب الحيوان سريع الحركة ، وأيضاً ظهور العصر الجليدى الذى أمكن فيه للحيوانات ذوات درجة الحرارة المنظمة التى ابتعدت بأجسامها عن الأرض ، أن تكون أكثر الحيوانات قدرة على البقاء .

مراجعة

- ١ - تكلم عن الخصائص المميزة في الثدييات . إلى أى صفة يرجع الاسم ؟
- ٢ - ما هى الأنواع المختلفة للأسنان في الحيوان الثديي ؟
- ٣ - أذكر بعض صفات التكيف في الثدييات التي اعتادت أن تسبح ، تطير ، أو تحفر في الأرض .
- ٤ - ما هو الشكل الأكثر شيوعاً لتقدم الثدييات ؟ كيف تمور هذا الشكل في الفقرة ، والبقرة ، والكنغر ، والحصان ؟
- ٥ - ما هى وظيفة الشوارب ؟
- ٦ - ما هى التحويلات الخاصة في العملية الهضمية التي توجد في المجترات ؟
- ٧ - عرف : آكل الحشائش ، متنوع الطعام ، آكل اللحوم ، وآكل الحشرات .
- ٨ - صف الظواهر غير العادية التي توجد في تكاثر منقار البط بلايوسوم والأبوسوم . ما هى المشيمة ؟
- ٩ - ما هى الفترة من الأزمان الجيولوجية التي تعرف بزمان الثدييات ؟ لماذا كان هناك ازدهار كبير في الثدييات في هذه الفترة ؟

الفصل الثامن والعشرون

الإنسان

٢٨ - ١ مكان الإنسان في الطبيعة

شكلت نشأة وموضع الإنسان ، هوماساينز ، في مملكة الكائنات الحية ، ومنذ مدة طويلة موضوعا على درجة كبيرة من الأهمية . توجد لدى الشعوب البدائية أساطير تتضمن نشأة الإنسان من الحيوانات أو المواد اللاحيوانية . وعند أناس آخرين يعتبر الإنسان مخلوقاً خارقاً إعجازياً فوق الطبيعة . ينظر البيولوجيون إلى أصل وموضع الإنسان بموضوعة مستخدمين معرفتهم بتركيب وفسولوجية جسم الإنسان ، وتكوينه الجنيني ، وأثار الإنسان على الأرض . وعلى هذا الأساس ، فالإنسان حيوان فقارى يتبع طائفة الثدييات ، وله المميزات التالية :

- ١ - الدماغ وله قدرات وظيفية هائلة وحجم كبير (النهاية الصغرى في الإنسان ، ١٠٠٠ سم^٣ ، والنهاية العظمى في الغوريلا ، ٦٥٠ سم^٣) ، صندوق الدماغ أكبر من الوجه .
- ٢ - الوجه مسطح وعمودى بدرجة أكبر ، حيود الحاجب منخفضة ، الفك السفلى أقل بروزاً ، والأسنان متقاربة في الحجم .
- ٣ - الشعر طويل ونموه مستمر على الرأس ، ولكنه متفرق وقصير على الجسم .
- ٤ - اليدين أكثر انطلافاً ، الإبهام أحسن تكويناً ، الأرجل أطول من الأيدي بنسبة ٣٠٪ ، ومستقيمة ، أصبع الرجل الكبير غير مقابل للأصابع الأخرى .
- ٥ - الهيكل والأجزاء الرخوة لها تشكيل ونسب مختلفة ، بالجسم طبقة دهنية تحت الجلد .
- ٦ - صف الأسنان مقوس ، الأنياب صغيرة ، والضروس الأمامية ثنائية التاج .
- ٧ - فترة الطفولة طويلة وممتدة وكذلك نضوج الهيكل .

يمشى الإنسان كمعادته منتصباً على قدمين ، وطباعه أرضية ، وجماعى لدرجة كبيرة ، ومتنوع الطعام ، ويستخدم بصفة عامة الغذاء المطهو . وعلى النقيض فإن أقرب القرين إلى الإنسان وهى شبيهات الإنسان (الغوريلا ، والشمبانزى ، والأورانجوتان ، والجيون) شبه منتصب في وضعها . وهى في الواقع تمشى على أربع ، فالغوريلا والشمبانزى تمشى على المفاصل بين الأصابع والمشط ،

وهي طريقة فريدة في التنقل . الغوريلا تقطن الأرض وتأكل الخضروات ونادرا ما تأكل الفواكه ، وأحيانا قليلة تصعد الأشجار . أما الشمبانزي فشجري وأرضي ، يتغذى على الفواكه وبعض المواد الحيوانية والأوانغوتان والجيون شجريان يأكلان الخضروات وكثيرا ما يأكلان الفاكهة . وبصفة عامة ليست الرئيسيات جماعية إلى الدرجة الموجودة في الإنسان . ولكن الدراسات الحديثة على الغوريلا والشمبانزي أوضحت أن هناك ترابطاً وتنظيماً إجتماعياً واضحاً .

أوضحت الدراسات على الجزئيات الكبيرة ، وزلال المصل ، والأنزيمات ، والهيوجلويين ، والأحماض النووية لقردة العالم القديم ، وشبيهات الإنسان ، والإنسان ، أن العلاقة بين الإنسان وشبيهات الإنسان أقوى منها بين القردة وشبيهات الإنسان . إنفصال سلالة الإنسان من السلالة التي أدت إلى القردة الأفريقية يمكن أن يكون قد حدث منذ ١٥ - ٥ ملايين السنين . وقد أشارت الأدلة الكيميائية الحيوية إلى هذا التاريخ .

يتفوق الإنسان على الكائنات الحية الأخرى في كثير من القدرات الوظيفية مثل (١) إنشاء واستخدام العدد (٢) تخوير البيئة لمصلحته الخاصة ، بما فيها إنتاج الغذاء ، (٣) تملك الكلام المتسلسل واللغة ، (٤) تنظيم حياة إجتماعية معقدة بمجهود تعاوى ، (٥) تكوين الآراء المجردة . وهذه القدرات ممكنة بسبب إملاكه ليدنين حرتين ، ولكن الأهم هو التكوين الراقق لدماغ الإنسان من ناحية الحجم ، والتركيب ، والقدرة الوظيفية . وباستخدامه للحديث المتصل الفصيح ، واللغة ، والكتابة ، والتسجيل ، أمكنه من تجميع ونقل المعلومات المتجمعة للأجيال التالية . ونج عن ذلك التقدم المادى ، والاجتماعى ، والثقافى والأخلاقى . فى معظم الحيوانات الأخرى ، يكون إنتقال القدرات بين الأجيال محدودا ببعض الغرائز والانعكاسات التي تثبتها الوراثة .

تركيب جسم الإنسان

٢٨ - ٢ الحجم

طول الإنسان البالغ العادى يتراوح من ٥٦ إلى ٧٨ بوصة (١٤٢ - ١٩٨ سم) ، وقليل من الأقزام يكون طولها ١٨ - ٣٦ بوصة (٤٥ - ٩١ سم) فقط ، والعلاق غير العادى (نظرا لزيادة فى عمل الجسم التخامى) يصل إلى ٩ أقدام (٢,٧ مترا) طولاً . ومتوسط طول الإنسان فى مختلف الشعوب يتراوح بين ٥١ - ٧٢ بوصة (١٢٩ - ١٨٢ سم) . والإنسان الذى ينقصه الغذاء الملائم أو يسكن فى مناخ متطرف يكون قصيرا ، ولكن الإنسان النشط الذى يسكن المناطق الدافئة ويتناول طعاماً أحسن يكون أكثر طولاً . توضح الأجيال الحديثة فى الولايات المتحدة بكل تأكيد زيادة فى متوسط الطول . وفى معظم السلالات تكون الذكور أطول من الإناث ، فمتوسط طول الرجل الأبيض الأمريكى الذى يتراوح سنه بين ٢٠ - ٢٤ سنة هو ٦٨ بوصة (١٧٠ سم) والمرأة ٦٤ بوصة (١٦٠ سم) (١٩٦٤) . وترجع الزيادة فى الوزن بعد البلوغ إلى تجمع الدهون .

٢٨ - ٣ غطاء الجسم

جلد الإنسان رفيع ورقيق فيما عدا جلد الكف وأخمص القدم . وينتج لون الجلد من الشعيرات الدموية بما فيها من خلايا حمراء في الأدمة ، وأيضاً من الصبغ الذى يحتوى على الميلانين (أسود) والكاروتين (أصفر) . وتختلف السلالات البيضاء ، والصفراء ، والبنية ، والسوداء في كمية صبغ الميلانين في الجلد . فالشعر من السلالة البيضاء يوجد بهم ميلانين أقل من الموجود في السمرة، والنساء عادة أقل من الرجال في كمية الميلانين . واللون عامة أكثر وضوحاً في السلالات التى تتعرض لضوء الشمس القاسى . يقوم الأشخاص البيض بدهان جلدهم لحماية من الأشعة فوق البنفسجية غير المناسبة . يختلف جلد الإنسان عن جلد معظم الثدييات في إحتوائه على غدد عرقية تنتج عرقاً مالها يحتوى على بعض الأملاح ومنتجات إخراجية . ويساعد تبخر العرق في تبريد وتنظيم درجة حرارة الجسم .

٢٨ - ٤ الشعر

شعر الإنسان يشبه باقى الثدييات من حيث التركيب وطريقة النمو ولكنه يختلف (١) في كونه طويلاً أو كثيفاً وخاصة على الرأس ، (٢) في الكم والتوزيع والشكل في الأعمار المختلفة للفرد ، (٣) بين الجنسين من حيث الكم والطول ، و (٤) في الكم والتركيب بين السلالات الإنسانية .

الشعر الطويل دائم النمو على الرأس هو خاصية مميزة للإنسان . يوجد شعر خاص على حواجب العين وجفونها (رموش) ، وقنوات الأذن الخارجية ، وفوهات الأنف . في الأماكن الأخرى من الجسم يوجد شعر قليل . ولا يوجد الشعر على الشفتين ، وأخمص القدم ، والكف ، والسطح الخارجى للعقلة الطرفية للأصابع ، وأجزاء من الأعضاء التناسلية الخارجية .

يُغطى الجنين في أسبوعه العشرين تقريباً بشعر رخو ناعم (العقة) يفقد قبل أو عند الولادة . ويكون عادة للمولود الحديث شعر رأس دافن يمكن أن يتغير لونه بعد ذلك . يكون شعر الجسم قليلاً أثناء الطفولة ولكنه يبدأ في النمو عند البلوغ (١٤ - سنة) ، وخاصة في إبط الأذرع ومنطقة العانة . وعندما يصبح الأولاد رجالاً يظهر شعر اللحية والصدر . ويميز شعر الوجه الكثيف الذكور بعد البلوغ ، ولكن الإناث بهن كميات قليلة مختلفة .

بعد فترة من الحياة يصبح الشعر رمادياً ثم أبيضاً نتيجة لفشل حلمات الشعرة في إنتاج الصبغ ، ولكن لا تتحول الشعرة إلى اللون الأبيض في ليلة واحدة ، رغم الاعتقاد السائد . يخف شعر الرأس عادة مع تقدم العمر ، وتنشأ نماذج معينة ، تؤدي إلى تغير شعر الرأس واللحية إلى اللون الرمادى ، وإلى الصلع في الرجال وربما يرجع ذلك لتغيرات وراثية ، أو لتغيرات مرضية ، والصلع يمكن أن ينقل بواسطة الإناث ولكنه قليلاً ما يظهر عليهن . ويختلف شعر الإنسان باختلاف السلالات ، فهو أسود مسترسل في الشرقيين والهنود الأمريكيين ، ومجعد في الزنوج ، ومائل إلى الصفرة في الاسكندنافيين ، وتختلف الشعرة في القطاع العرضى فهي مستديرة تقريباً في المونغوليون ، وبيضية في الهوتون توتس (سلالة من جنوب أفريقيا) ذوى الشعر المجعد .

٢٨ - ٥ الهيكل والأسنان

القرنيوم صندوق مستدير عظمي . اللقمتان القفويتان على الناحية البطنية لتتلاءما مع اعتدال القامة ، صندوق الدماغ كبير ، المنطقة الأنفية قصيرة ، والفك السفلي على شكل حرف U أكثر من حرف V . تكبر الجمجمة في الحجم حتى السنة السابعة ، ثم تكبر مرة ثانية عند البلوغ ، قد يتأخر الإلتحام التام للتدريزات حتى سن الشيخوخة (شكل ٢٨ - ١) .

تشابه أسنان الإنسان أكثر من الثدييات الأخرى ، كما تتساوى تقريباً في الإرتفاع . عدد الأسنان الأولى أو أسنان اللبن ٢٠ ، وأسنان الإنسان البالغ أو الأسنان الدائمة من ٢٨ - ٣٢ ، يتوقف هذا العدد على عدد الضروس الثالثة (أسنان العقل) التي تظهر ، وأسنان العقل غير منتظمة في وقت وطريقة بزوغها (جدول ٢٨ - ١) .

جدول ٢٨ - ١ : متوسط العمر لبزوغ وفقدان الأسنان في الإنسان

الأسنان الدائمة البزوغ ، بالسنين	الأسنان اللبن	البروز بالأشهر	السقوط بالسنين	العلوية	السفلي
القوقاع ، المركزية	٦ - ٨	٧	٧ - ٨	٧ - ٨	٧ - ٨
الجانبية	٧ - ٩	٨	٨ - ٩	٧ - ٨	٨ - ٩
الأنساب	١٧ - ١٨	١٠	١٢ - ١٣	١٢ - ١٣	١٢ - ١٣
الضروس الأمامية	١٤ - ١٥	١٠	٨ - ١١	٨ - ١١	١٠ - ١١
الأول	١٨ - ٢٤	١١ - ١٢	١١ - ١٢	١١ - ١٢	١١ - ١٢
الثاني					
الضروس الخلفية					
الأول				٦ - ٧	٦ - ٧
الثاني	لا يوجد			١٢ - ١٤	١٤ - ١٦
الثالث				١٧ - ٢٠	١٦ - ٢٠
العدد الكلي	٢٠		٢٨	—	٣٢

٢٨ - ٦ الجهاز العضلي

تشابه كثيراً عضلات الإنسان (٥٠٠ أو أكثر) مع عضلات الثدييات الأخرى ، وترجع الاختلافات بينها إلى القامة المعتدلة للإنسان ، وإلى دعامة الجسم ، وإلى المشي على الأطراف الخلفية ، وإلى الطواعة الكبيرة في الأذرع ، والأيادي ، والإصابع . وعضلات الوجه من الصفات التي لها أهمية خاصة فهي تمكنه من التعبير عن السرور ، والغضب ، والحالات العاطفية

الأخرى . وأعظم تكوين لهذه العضلات يوجد في الإنسان والرئيسيات الأخرى . الوجه قناع ثابت في كل الفقاريات التي توجد في مرتبة أقل من الثدييات .

٢٨ - ٧ الأعضاء الداخلية

تُدعم الأعضاء الموجودة في تجويف البطن بواسطة المساريق المتصلة بالجدار الخلفى ، وقعدة كبيرة (الثرب الكبير) تتدلى بين الأمعاء والجدار الداخلى الأمامى للبطن ، وتتكون من ٤ طبقات من البريتون وتحتوى على رواسب دهنية تستخدم كوسادة للأعضاء الداخلية ونعمها من فقدان الحرارة .

٢٨ - ٨ الجهاز العصبى

دماغ الإنسان (شكل ٩ - ٣) كبير نسبيا ينمو فيه نصفا الكرة المخيان (المادة الرمادية) إلى درجة كبيرة ، ويكون سطحهما ملتو جدا ، ويمتدان فوق الأجزاء الأخرى من الدماغ .

يصل متوسط وزن الدماغ في الأنثى إلى ١٢٥٠ جرام ، وفي الذكر إلى ١٣٥٠ جرام ، وحجمه ١٢٠٠ - ١٥٠٠ سم^٣ . الارتباط بين حجم الدماغ والقدرة الذهنية ليس وثيقا . يتفوق دماغ الإنسان بدرجة كبيرة على أدمغة الحيوانات الأخرى في الحجم .

وفي القدرات الوظيفية ، فنجد أن وزن الدماغ في عينات متساوية الوزن تقريبا من الكلب والغوريلا والإنسان هي كالتالى ١٣٥ جم للكلب ، ٤٣٠ جم للغوريلا ، و ١٠٣٥٠ جم للإنسان .

تاريخ طبيعى

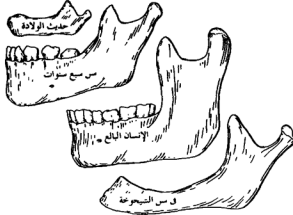
٢٨ - ٩ التوزيع والإعداد

يقطن الإنسان مساحة جغرافية أوسع من أى حيوان آخر ، فيمتد من القطب المتجمد إلى الجزء الذى يقع وراء القارات الجنوبية ، ومن مستوى سطح البحر حتى أكثر من ٢٠٠٠٠ قدم (٦٠٠٠ مترا) في بعض المناطق الجبلية ، ومن الغابات الاستوائية الرطبة إلى الصحارى الجافة جدا . يختلف سكان هذه البيئات المختلفة في القوام ، والصورة ، واللون ، وطريقة الحياة ، والغذاء ، والسكن المستخدم ، وفي التنظيم الاجتماعى والعادات .

التعداد الكلى للإنسان غير معروف ، ففي ١٩٧٠ قدر ينجو ٣٦٥٩ مليونا . وتعداد العالم المستمر يشير إلى زيادة بمعدل ٧٠ مليون تقريبا في كل سنة . وعلى ذلك فإن العدد الكلى سوف يتضاعف في نهاية هذا القرن . وقد ازداد التعداد إلى ٧ أمثال في الثلاثة قرون الماضية وذلك لتحسن سبل الزراعة ، ولتوفر الصحة العامة ، ولوجود الأدوية الحديثة .

يعتمد التعداد النهائى لأى منطقة على خصوبة التربة ، ويعتمد في المناطق الفاحلة على الماء المتاح للرى . في آسيا الصغرى ، وشمال أفريقيا وأجزاء من الولايات المتحدة قل التعداد وذلك بسبب

استنزاف خصوبة التربة ، وفقدان قشرة التربة بالتآكل ، وزيادة الجفاف .



شكل ٢٨ - ١ : التغيرات التي تحدث في حدود وشكل الفك السفلي للإنسان مع السن (محورة عن هاتيزمان)

٢٨ - ١٠ العوامل التي تنظم تعداد الإنسان

يتفوق الإنسان على الحيوانات الأخرى في كونه قادر على تنظيم بيئته إلى درجة ما بواسطة (١) إنتاج الغذاء (الزراعة) وتخزينه (مخازن السلع ، تعليب ، تبريد) استعدادا للنقص الذي يحدث في بعض المواسم وخوفاً من العطب ، (٢) تحسين المأوى للإنسان البالغ وللأطفال منعاً للطقس غير الملائم وضد الأعداء (إسكان ، وقاية من الفيضانات ، حماية بوليسية ، دفاع قومي) ، (٣) إبادة الأعداء من الحيوانات (الذئاب ، الفئران ، الجرذان ، والحشرات المنزلية) ، (٤) تقليص المنافسة من الحيوانات الأخرى (بحماية المحاصيل والدواجن ، إبادة الأنواع التي تهاجم الغذاء ، والمحاصيل ، والدواجن المستأنسة) ، و (٥) الحد من الأمراض التي تهاجم الإنسان [البحث الصحي ، والتحصين (مناعة)] . وبهذه الوسائل ، أمكن للإنسان الحديث في الدول المتحضرة أن يزداد عدده إلى ما فوق التعداد المقدر مسبقاً .

تُختزل أعداد البشر بواسطة عوامل متعددة ، بعضها يمكن مقارنته بتلك التي تؤثر على الحيوانات البرية ، وهذه تضم (١) نقص الغذاء أو الجماعة الناتجة عن قصور المحصول الناتج عن طقس غير ملائم ، وخاصة في الأقطار كثيفة السكان مثل الصين والهند حيث ضالة مخزون الغذاء أو عدم عدالة توزيعه ، قد يؤدي سوء التغذية (الغذاء غير المناسب) إلى أضرار طبيعية تؤدي إلى المرض والوفاة ، (٢) المسكن غير الملائم وخاصة أثناء الشتاء القارس بعيداً عن المناطق الإستوائية ، (٣) كوارث الطبيعة وتضمن الفيضانات ، والأعاصير ، وثوران البراكين ، الخ ، (٤) الأعداء مثل الثدييات المفترسة الكبيرة (الأسد ، والفهر) ، والثعابين السامة ، التي تتسبب في الوفاة في المناطق غير

المتحضرة ، (٥) الحرب وهو صورة للمنافسة بين الناس أو الدول على الأرض ، والمصادر الطبيعية ، وطرق التجارة ، أو مظاهر أخرى مرغوبة لبيئة الإنسان ، وقد كانت الحرب والرق ، ولمدة طويلة ، من أكبر العوامل التي تؤدي إلى نقص السكان ، و (٦) المرض ، غير المراقب ، كما يوجد بين الشعوب البدائية ، والنتائج عن الإهمال كما هو شائع بين الشعوب المتحضرة ، أو غير المقاوم كالأنفلونزا الوبائية . وغالباً ما يكون المرض من أكبر العوامل في إقلال عدد السكان .

عندما يكون كثير من الأمراض تحت مراقبة أجهزة الصحة العامة كما في الدول المتحضرة ، تقل الوفيات أثناء الطفولة أو الحياة المبكرة نتيجة للمرض . ونسبياً يموت أناس كثيرون من الأمراض التي تصيبهم في حياتهم المتأخرة أو من الشيخوخة .

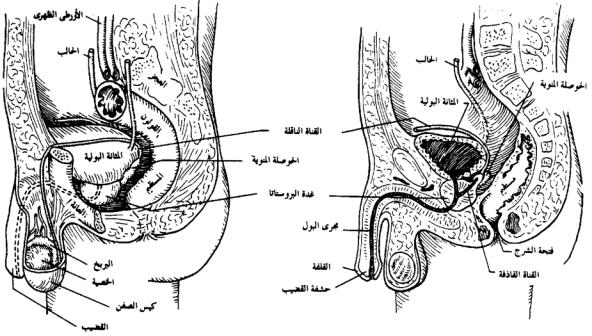
٢٨ - ١١ التكاثر

أثناء طفولة الإنسان تكون المظاهر المرتبطة بالجنس غير متكونة . عند سن ١٤ (١٠ - ١٧) سنة تحدث تغيرات واضحة في اتجاه النضوج الجنسي والقدرة على الإنجاب . وتعرف هذه الفترة بفترة البلوغ ، وعندها تظهر تدريجياً الخصائص التي تميز بين الجنسين . في الذكر تبدأ اللحية وشعر الجسم في النمو ، وتوسع الأكتاف ، ويصبح الصوت عميق الطبقات ، ويحدث اهتمام أكبر بالجنس الآخر . في الإناث تكبر الغدد الثديية وأعلى الفخذ ، ويطرسب الدهن تحت الجلد ويبدأ جهاز التناسل في سلسلة من التغيرات الدورية ، ويصبح اهتمام الشباب بهن شيئاً هاماً لهم . تزاول الإناث الصحيحات منذ البلوغ فصاعداً العادة المتكررة في إنزال الدم ، والمخاط والخلايا الطلائية من بطانة الرحم وتسمى دورة الحيض الشهرية ، وتحدث هذه العادة كل ٢٨ يوم في المتوسط (شهر قمرى) وتستمر ٤ أو ٥ أيام . وتنظم دورة الحيض إفرازات الغدد الصماء (الجونادوتروبين من الغدة النخامية ، والإستروجين والبروجسترون من المبيض) ويعد الرحم لزراع البويضة . وتتوقف دورة الحيض عادة أثناء الحمل والرضاعة وتنتهى إذا أزيلت المبايض . تنتهى دورة الحيض تدريجياً عند عمر ٤٥ - ٥٠ ، وتوقفها (سن اليأس) يحدد نهاية القدرة على الإنجاب . وهذا التغير في الحياة يعتبر فترة ضيق فسيولوجى وعاطفى لكثير من النساء . لا توجد دورة جنسية مطابقة في الذكر .

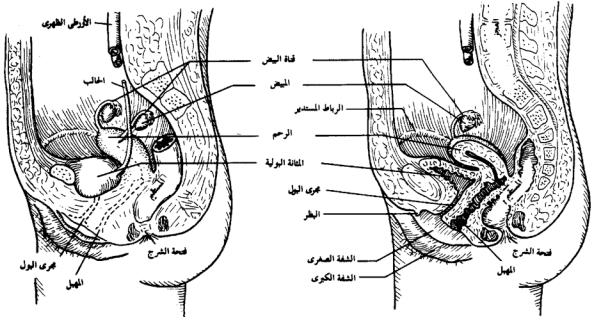
يحتوى كل مبيض في الأنثى الصغيرة على عدة آلاف من البويضات غير الناضجة ، وتقل الأعداد كلما تقدم العمر : تطلق بويضة واحدة كبيرة (أحياناً أكثر) ، بعد كل دورة حيض بعدة أيام ، يمر في قناة البيض إلى أسفل ، ويمكن أن يصل عدد البويضات في مجموعه إلى ٤٠٠ خلال حياة امرأة عادية .

حملت قلة من الإناث غير العاديات أطفالاً وهن في سن ٨ أو ٩ سنوات فقط ، ولكنه عادة يوجد وقت بعد أن تبدأ دورة الحيض وقبل أن يبدأ الحمل في أى عدد معقول من النساء الصغيرات . في السلالة البيضاء التي تقطن المرتفعات الشمالية الدافئة عامة تكون ولادة أول طفل في حوالى سن العشرين ويختلف الوقت الذى عنده يصبح الرجل الصغير قادراً على الإخصاب ، كما يختلف وقت التوقف عن القدرة ، ولكن بعض الرجال قد أصبحوا آباءً في سن متقدمة .

إذا حدث ، نتيجة لقاء جنسى ، أن أخصبت بويضة في أنثى ، فإنها تزرع في مخاطية الرحم ،



شكل ٢٨ - ٢ : الجهاز البولي التناسلي في الذكر (الإنسان) . إلى اليسار ، المنطور . إلى اليمين : قطاع ووسطى .



شكل ٢٨ - ٣ : الجهاز البولي التناسلي في أنثى الإنسان . إلى اليسار : المنطور . إلى اليمين : قطاع ووسطى .

وتبدأ في التكوين الجنيني وتحاط بالأغشية الجنينية . وبعد فترة قصيرة تتكون المشيمة وعن طريقها تتلاصق دورتا الأم والجنين لنقل الغذاء وللخلاص من المنتجات المتخلفة وللتنفس (شكل ٢٨ - ٤) . ويحتاج جنين الإنسان نحو ٢٨٠ (٢٤٣ - ٢٩٨) يوما من بداية الحمل حتى الولادة . في معظم الحالات يُنجب طفل واحد . تنتج التوائم مرة في كل ٩٥ ولادة ، وينتج ثلاثة أطفال في الولادة الواحدة مرة كل ٩٩٠٠ ولادة ، وأربعة مرة كل ٦٠٠٠٠ ولادة . بعض العائلات تنتج نسبة مرتفعة من التوائم . وتوجد ٥٠ حالة معروفة تم في كل منها وضع ٥ توائم ، ولكن نادرا ما يعيشون جميعا . وحديثا أدى إستخدام أدوية الخصوبة إلى زيادة عدد التوائم . ويزن الطفل في المتوسط نحو ٧ أرطال (٣,٢٥ كيلو جراما) عند الولادة ولكنه يمكن أن يزن أقل من ٥ أرطال وأزيد من ١٣ رطلا (٢,٣ - ٥,٩ كيلو جراما)

٢٨ - ١٢ النسبة الجنسية

تكون النسبة عند الولادة نحو ١٠٥ - ١٠٦ ذكورا لكل ١٠٠ إناثا ، كما يوجد عدم تناسب أكثر قبل الولادة . ونسبة الوفيات تكون أعلى في الذكور ، قبل الولادة وخلال الأعوام الأولى من الحياة ، لدرجة أنه من سن ٤٠ - ٨٠ تتفوق النساء في العدد على الرجال .



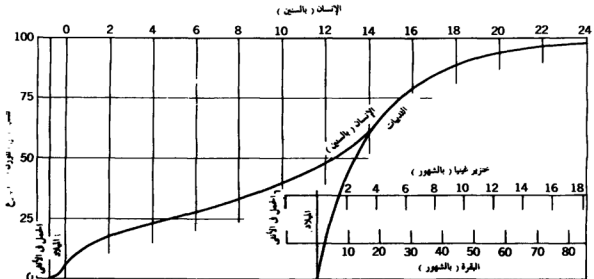
شكل ٢٨ - ٤ مقطع في رحم إنسان به جنين متصل بالمشيمة بواسطة الحبل السرى . دورة الأم الدموية مشار إليها بالخطوط المقطعة ، ودورة الجنين بالخطوط المسطرة . (محور عن أهليلج وسبانر .)

٢٨ - ١٣ النمو

الإنسان الفرد له أطول مدة تكوين بعد الولادة عن أى مخلوق حي ، ويختلف منحني نموه (العمر/الوزن) من ناحية الكم والكيف عن منحنيات الحيوانات الأخرى (شكل ٢٨ - ٥) . يمكن التعرف على خمسة أطوار : (١) قبل الولادة ، ٩ شهور ، (٢) الرضاعة من الولادة حتى ١٠ أشهر ، (٣) الطفولة المبكرة من ١٠ أشهر حتى ٤ أو ٥ سنوات ، (٤) الحدث (الصبي) ، من ٤ أو ٥ سنوات حتى حوالى ١٤ سنة ، وقت البلوغ ، و (٥) المراهقة وبعد المراهقة من ١٤ إلى ٢٠ أو ٢٢ سنة . يحدث النمو السريع في فترتي ما قبل الولادة والبلوغ ، ويتأخر في طورى الأحداث وما بعد المراهقة . يضاف قليل أو لا شيء من النسيج الحلي بعد فترة ما بعد المراهقة . وأى زيادة في الوزن بعد ذلك تنتج أساسا من إضافة الدهن وجفاف الأنسجة ، ومن إضافة معادن إلى العظم . وفترة البلوغ طويلة ، حوالى ١٠ سنوات ، وهى أكبر خاصية مميزة للإنسان .

٢٨ - ١٤ طول الحياة

أقصى حد للحياة هو فترة البقاء ، وهى حوالى ١٠٠ سنة للإنسان ، أماما يحكى عن أشخاص عاشوا بصحة جيدة بعد سن المائة يجب التأكد منه بعناية . لم تتغير فترة بقاء الإنسان ماديا ، متوسط عمر ٥٢ شخصا من علة الإغريق والرومانيين القدماء ، عند الوفاة ، هو ٦٧ سنة وهو تقريبا نفس عمر الأشخاص الذين يشبهونهم اليوم . القول المأثور عن التوراة « ثلاث سنين أهداف وعشرة » لا يزال يعتبر قيمة تقريبية مناسبة .



شكل ٢٨ - ٥ : مقارنة بين منحنيات النمو في الوزن بين الإنسان والكلبيات (خنزير غينيا والبقرة)

متوسط طول الحياة هو متوسط عدد السنوات التي يعيشها كل الأشخاص الذين ولدوا في فترة معينة . وهي أقصر في الشعوب البدائية ومواطني الخط الاستوائي . في الشعوب البيضاء التي تقطن المناطق الدافئة الشمالية ، زاد متوسط طول الحياة في القرن العشرين ، مع الرعاية الصحية المتحسنة ، والحد من الأمراض المتنتلة ، والجراحة الصائبة ، والتغذية الحسنة . للأشخاص البيض في الولايات المتحدة كان المتوسط ٤٧,٦ سنة في سنة ١٩٠٠ ، وفي ١٩٢٠ ، ٥٤,٩ سنة ، وفي ١٩٣٦ ، ٦٠,١٨ ، للذكور و ٦٤,٣٦ للإناث ، وفي ١٩٦٥ ، ٦٦,٧ للذكور و ٧٣,٨ للإناث ، ونتيجة لزيادة متوسط طول الحياة . أصبح الناس عامة من المعمرين .

في مصر وروما القديمتين متوسط طوال الحياة المتوقع كان لا يزيد عن ٣٠ سنة خلال الخمس سنوات الأولى ، بينما في الولايات المتحدة هو الآن أكثر من ٦٠ سنة ، نتيجة لتقلص عدد الوفيات في الأطفال ، ولعوامل أخرى ذكرت قبل ذلك .

إنسان ما قبل التاريخ

يهم علم الأجناس بدراسة الإنسان الحي ، وإنسان ما قبل التاريخ والإنسان الحفري ، بينما يهم علم الآثار بإنجازات الإنسان وأعماله .

٢٨ - ١٥ المصادر

بقايا الإنسان المبكر تضم عدداً محدوداً من الجماجم ، غالباً جزئية ، وبعض العظام الأخرى . ولكن بعد أن تعلم الناس دفن الموتى بعد فترة كبيرة من الزمن أمكن الحصول على هياكل وجماجم عديدة وكاملة . أعمال إنسان ما قبل التاريخ قد أمدته بكثير من المواد التي أتاحت للدارسين استنتاج طريقة حياته وأنشطته . وقد بدأت صناعة بعض الأدوات من الحجارة بواسطة قرد استراليا الشبيه بالإنسان (الأوسترالوبيثيكوس) منذ ٣ ملايين سنة على الأقل، وقد استمرت صناعة بعض العدد المستخدمة في الأزمان التاريخية بواسطة إناس أحياء . كثير من هذه العدد وجدت على سطح الأرض وأخرى تحت السطح مع المواقع القديمة ، وبقايا هيكلية ، وأطلال أماكن المعسكرات والجماعات . ومن التغيرات في أنواع العدد مع مرور الزمن أمكن لعلماء الأجناس القديمة وعلماء الآثار وضع تتابع لأطوار حضارية (الحجري القديم ، إلخ .) وأنواع من الثقافات (آيولية ... ماجدلينية) كدليل لوضع العدد المتحفظ عليها من أماكن مختلفة (شكل ٢٨ - ٦) .

أوضح التنقيب عن مساكن ما قبل التاريخ من الكهوف الأوروبية والمآوى الصخرية التي كانت تُسكن خلال العصر الجليدي الأخير وحتى المجتمعات المستقرة في الشرق الأوسط ، والهند ، والصين ، كثيراً من بدايات الحضارة . يَبْتَن بعض مواقع العالم القديم تتابعاً عمودياً للمدن ، كل مدينة بنيت على آثار الأسلاف وذلك خلال عدة آلاف سنة . وبدايات إنتاج الغذاء ، والكتابة ، والرياضيات ، وممارسة الأديان قد حُدد تاريخها بواسطة كربون ١٤ ، وطرق أخرى . في العالم الحديث وجدت سجلات قصيرة ، والمعدات والمناطق التي احتلها الإنسان أقل بكثير ، والجماجم والهياكل الأولى (المبكرة) نادرة . تتقدم المعرفة بإنسان ما قبل التاريخ بسرعة وذلك لزيادة عدد الباحثين المدربين الذين يذهبون لحقول البحث يحفرون ويعودون لدراسة وتفسير ما يجلبونه .

وطريق دخوله إلى أوروبا ، موضوعات قابلة للجدل . فقد قدر لرجل نيندرتال أن يكون قد ظهر منذ ١٠٠,٠٠٠ سنة تقريباً . وقد وجدت بكثرة هياكل لأشكال حديثة ، من زمن متأخر لعصر ما قبل التاريخ ، من غرب أوروبا وشمال أفريقيا إلى ما بين النهرين (العراق) . الإكتشافات الحديثة سوف تمحو وتحسن أفكارنا عن تطور الإنسان والأشكال الأساسية المسجلة الآن (شكل ٢٨ - ٧) هي كما يلي :

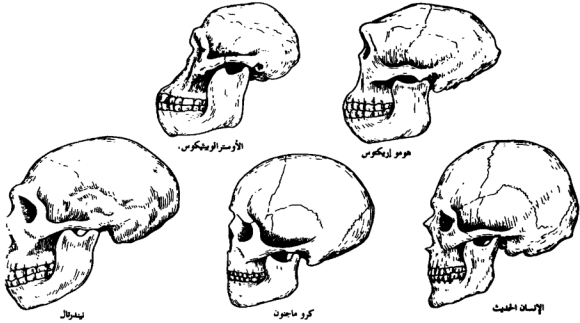
أوسترالوبيثيسينز : هذه الأنواع كانت في جنوب أفريقيا ، وشرق أفريقيا الإستوائية ، وجاوا (٤) الأوسترالوبيثيكوس الأفريقي ، منذ ٣ ملايين إلى مليون من السنين ، طوله تقريباً ٥ أقدام (١,٥ متر) ، ووزنه ٦٠ - ٧٠ رطلا (٢٧ - ٣٢ كيلو جرام) ، كان رقيقاً ورشيقاً ، تطور بسرعة إلى أشكال إنسانية متزايدة ، وأكبر حجماً . وقد استخدم هذا الإنسان عددا بسيطة من الحجر ، وربما من العظم والخشب . والأوسترالوبيثيكوس روبوستوس (بارانثوربوس) ظهر منذ ٣ ملايين سنة حتى ١ مليون سنة ، وقد تداخل مع الأوسترالوبيثيكوس الأفريقي . وهذا النوع لم يكن على الخط المباشر لتطور الإنسان ، وكان طوله ٥ أقدام تقريباً (١,٥ متر) ، ووزنه ١٣٠ - ١٥٠ رطلا (٥٩ - ٦٨ كيلو جراما) ، وكان يشبه الغوريلا ، ربما كان يعيش على المفصل بين سلاميات الأصابع والعظام المشطية ، وكان نباتياً ، وربما استخدم العدد . تعبر قليلاً ثم اختفى بظهور هومو إريكثوس . وقد يكون الهومو هايبليس نوعاً إنتقالياً بين الأوسترالوبيثيكوس الأفريقي والهومو إريكثوس .

هومو إريكثوس

استمر من مليون سنة حتى ١٠٠,٠٠٠ سنة . معظم الحفريات عمرها ١ مليون سنة تقريباً . ويحتمل أن يكون هومو إريكثوس هو سلف هومو ساينز . وكان يقطن أوروبا ، وجنوب شرق آسيا وأفريقيا ، نحو ٥ أقدام (١,٥ متر) طولاً ، وكانت أرجله رشيقة ويمشي بطريقة أحسن من الأوسترالوبيثيسينز ، وله مخ أكبر وحجمه ٧٧٥ - ١٣٠٠ سم^٣ (هوموساينز ، ١٢٠٠ - ١٥٠٠ سم^٣) . ويضم هومو إريكثوس إنسان حاوا الراقى (يثيكانثروبوس أريكثوس) وإنسان بكين الأسود (يثيكانثروبوس بيكينيتريس) . وكانت العدد أكثر إتقاناً من تلك التي كان يستخدمها الأوسترالوبيثيسينز وتضمنت البلطات اليدوية ، وقد أوضحت المواقع والعظام المحروقة استخدامه للنار ، وهناك دلالة على الصيد الجماعي وعلى التشتت نتيجة للفرع أثناء الصيد . ويحتمل أنهم كانوا يذهبون للصيد ثم يعودون إلى مواقعهم الثابتة . وقد صادوا الغزلان ، والحصان ، والحرثيت ، والفيل ، وتشير بعض الجماجم المهشمة إلى أنهم كانوا يأكلون لحوم نفس نوعهم .

هومو ساينز

هذا هو إنسان نيندرتال من أواخر عهد بليوستوسين قبل وأثناء العهد الجليدي الأخير ، منذ حوالي ١٠٠,٠٠٠ - ٣٥,٠٠٠ سنة ، الذي اختفى فجأة من سجل الحفريات . وقد عاش من



شكل ٢٨ - ٧ : هاجم أنواع وسلالات من إنسان ما قبل التاريخ . إلى أعلى أسترالوبيثيكوس وهومو إريكتوس ، وهما مرمغان جزئيا . إلى أسفل . سلالات متتابعة من هومو ساينز . (عن مراجع كثيرة)

تركستان وإيران حتى غرب أوروبا وشمال أفريقيا ، ووجدت أشكال مشابهة في جنوب آسيا (إنسان سولو) وجنوب إفريقيا (إنسان روديسيا) ، كان هومو ساينز موجودا في أوروبا منذ ٧٥٠٠٠ سنة . كان طول الرجل نحو ٥ - ٥,٥ قدما (١,٥ - ١,٧ مترا) وكانت الأثني أقصر من الرجل . كان مكتنزا ثقيل العظم قويا ، وكانت أصابع اليد والقدم قصيرة ، له حجم ضخم وليست طويلة ، سطحها منبسط ، وبارز الحاجبين ، كانت خصائصه أقصى ما يكون في غرب أوروبا قرب النهاية المسجلة لاستيطانه فيها . وفي شرق موطنهم كانوا أكثر طولاً ، وأقل قوة ، وجمجمتهم أقل ضخامة . يمكن أن يكون الإنسان الحديث قد نشأ من هذا النموذج الشرقي . وقد استخدموا العدد بكثرة (الحضارة المستيرية) . وأكلوا القوارض ، والغزلان ، والحصان ، وآيل الرنة ، والشموة ، والوعول ، وهناك دلالة على أنهم كانوا يأكلون نفس نوعهم . استخدموا النار ، ولبسوا ملابس جلدية ، وعاشوا في الكهوف وفي الخلاء . وقدموا العلامات الأولى للدراسة الاجتماعية والدينية (العقائدية) ، كانوا يدفنون الموتى ، في وضع النوم ، مع الطعام والعدد ، وتدل أدواتهم المزخرفة على ظهور الإحساس بالجمال .

هومو ساينز ساينز

هذا هو إنسان كرو ماجنون ، ظهر منذ ٣٧,٠٠٠ سنة تقريبا قبل الوقت الحاضر وعاش حتى ١٥٠٠٠ سنة قبل الوقت الحاضر . وكان واسع الانتشار في أوروبا وآسيا ، وإفريقيا . وتأتي معظم

المعلومات عنه من غرب أوروبا . كان طول الرجل ٥ أقدام و ١٠ بوصات تقريبا (١,٨ مترا) وله وجه حديث قوى ، وضيود الجوابب غير بارزة ، وعيون كبيرة ، وذقن واضح ، وأنف له قسبة مرتفعة ، قفا مستدير ، ودماغ له حجم عصى . العدد متقدمة ، تحوى على أدوات حجرية مصقولة وعظام منحوتة . كانت ملابسهم من الجلد . استخدموا النار . تقدم إحساسهم بالجمال وبالأديان ، وقد نقشوا كهوفهم بالألوان ، وكانت النقوش غالبا لحيوانات الصيد ، وكانت قاصرة على أماكن ربما كانت مقدسة ، كما كان هناك فن النحت (تماثيل للنساء) ، وهناك دلالة على معرفتهم بالشعارات (أو الرموز) ، والمهرجات ، والسحر ، وربما أكل بعضهم البعض كطفوس . دب الكهوف كان مهابا . فاصطادوا الحصان ، والرنه ، والغزال ، والوعول ، والبيسون ، والماشية البرية ، والخرتيت الوبرى ، والماموث ، وكان لهم بدايات الحياة المستقرة .

٢٨ - ١٧ الإنسان الحديث (العصرى)

بعد العصر الحجري القديم ، كانت هناك فترة قصيرة سميت بالعصر الحجرى الأوسط وكان به عذدٌ صوانية صغيرة (شكل ٢٨ - ٦) ، وبزوال العصر الجليدى بدأ العصر الحجرى الحديث وفيه كانت المعدات الحجرية تهذب وبعضها كان يصقل ، ومع الوقت بدأ الناس بزراعة الحبوب . وترتبية الدواجن ، وأصبحوا منتجين للغذاء لاجامعين له . صنعوا الفخار والخزف ، وتعلموا نسج الأقمشة وتشبيد المساكن ، وأن يعيشوا فى مجتمعات منظمة . وبعده جاءت عصور النحاس ، والبرونز ثم الحديد . وقد بدأت كتابة التاريخ فى أرمان مختلفة وفى مناطق مختلفة من الشرق الأوسط ، ومصر وأوروبا وآسيا . ثم تقدم الإنسان إلى عصر الصلب ثم السبائك المعدنية والبلاستيك فى الوقت الحاضر .

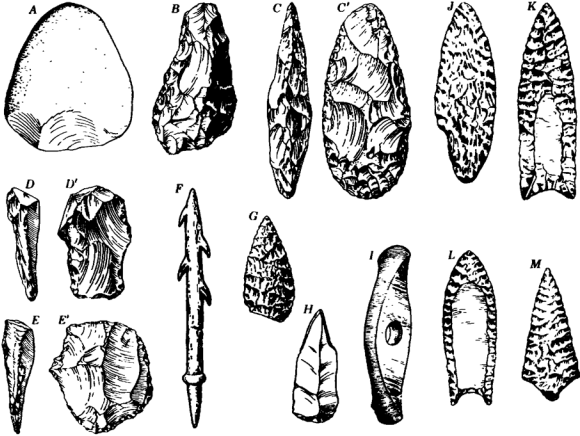
٢٨ - ١٨ المأوى (السكن)

تعيش القردة العليا شبيهات الإنسان فى الغابات الاستوائية وحاجتها إلى مأوى تكون قليلة ، فهم على أكثر تقدير يقيمون عشوشاً غير منسقة من أوراق وأغصان الشجر . والإنسان كفاطن منذ مدة طويلة للأرض فى المناطق الاستوائية وما بعدها يحتاج لحماية ضد الطقس والأعداء . خلال العصر الجليدى عاش الإنسان المبكر فى أوروبا فى الكهوف الطبيعية . الصيادون من هنود السهول فى شمال أمريكا كانوا يصيدون الجاموس وحيوانات الصيد الأخرى ، أقاموا مساكن مخروطية (التبية) من جلود الحيوان مثبتة على ركائز . وأقدم مساكن ثابتة للإنسان كانت فى مصر وصنعت من ضفائر من الأغصان اللينة ، وقد استخدم الطوب التى (الطوب المجفف بالشمس) بعد ذلك فى أقطار شرق البحر المتوسط وفى قرى الهنود الحمر فى جنوب غرب أمريكا . كما استخدمت الحجارة الخشنة (غير مصقولة) لأول مرة فى بناء مقابر للموتى فى منطقة البحر المتوسط ، وفى إنجلترا واسكتلانيا . واستخدم الحجر المزخرف فى المباني بعد اكتشاف النحاس وتقدم العدد لتشكيل الحجر . وقد شيدت المنازل الخشبية فى الغابات بواسطة أهل الدانوب الذين تنقلوا على شاطئى النهر منذ ٢٦٠٠ سنة قبل الميلاد ومثل هذه المنازل أقامها هنود شمال غرب الباسفيك واستمر الإنسان فى استخدام كل هذه المواد وكان يحسن فى أعماله الخشبية والحجرية بابتكار عدد من الحديد والصلب وأضيفت

الخرسانة (مع تقويتها) والحديد والصلب في القرن الماضي .

٢٨ - ١٩ الغذاء

كان الإنسان أولاً جامعاً للغذاء ، فإما أن يصيد الحيوانات البرية ليستفيد بلحمها ونخاعها (مستخدماً الخلد كملبس) ، أو يجمع الجذور والحبوب والفواكه البرية . وبعد ذلك أصبح الإنسان



شكل ٢٨ - ٨ : بعض عدد إنسان ما قبل التاريخ . ليست كلها بمقياس رسم واحد . العالم القديم (أ) عدة من العقيق ، جنوب أفريقيا . (ب) يقيظ ذو الوجهين . (ج ، د) أنوليان ذو الوجهين ، الحافة والجانب . (د ، د) قشرة كلاكونية ، الحافة والجانب . (هـ ، هـ) قشرة ليفالويسية ، الحافة والجانب . (و) السهم العظمي المجنل . (ز) ورقة شجر الغار السوليتورية . (ح) نهاية ساحقة (مقشرة) أوريجنامية (ط) حجر مصقول من العصر الحديث يمثل رأس بلطة . قذائف العالم الحديث . (ي) سانديا . (ك) كلوكيس . (ل) فولسوم (م) جيس الكهوف . (س أ - هـ) .

R.J. Braidwood, 1961, Prehistoric man, 5th, Chicago Natural History Museum;

Miles Burkitt, 1963, The Old Stone Age, 4th ed., Athenum Publishers;

J.M. Wormington, 1957, Ancient man in North America, 4th ed., Denver Museum of Natural History

عن
مؤد ح ع
مى - م ع

منتجا للغذاء ، عندما استأنس الحيوانات المنتجة للحوم ورباها في الأسر ، وزرع الحبوب وحاول أن يحصل منها على محاصيل أوفر . والإنتاج الواسع للغذاء هو وحده صفة للمجتمعات الإنسانية التالية . يوجد بين الحيوانات أنواع تنتج الغذاء بالغريزة ، مثل عدد قليل متخصص من النمل والنمل الأبيض الذى يرى الفطريات ، وبعض النمل الذى يوطن النمل على النباتات ليهيء المن (الندوة العسلية) للنمل .

استأنس الحيوانات لتوفير اللحم للغذاء ، والجلد للملبس ، والألياف للنسيج . وإستخدام الحيوانات في الجر والنقل ، قد بدأت منذ زمن بعيد . وإنسان العصر الحجري في أوروبا بعد العصر الجليدى كان أول من استأنس الكلاب ، واستخدام الحصان في النقل والماشية لإنتاج اللبن سجلت في آسيا الصغرى ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد . وكانت الغنم والحمر متأسنة منذ ٦٠٠٠ قبل الميلاد في إيران . جمع وزراعة حبوب القمح والشعير بدأت منذ زمن بعيد .

كما استخدمت مناجل من الخشب لها شفرات من الصوان ، وقد بدأ تخزين حبوب المحاصيل في حفر في مصر بين ٥٠٠٠ و ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد . والإنسان فقط هو الذى يستخدم الغذاء المطهو بين المخلوقات الحية جميعها .

٢٨ - ٢٠ الأدوات

ارتبط استخدام النار بإنسان بكن من أول عهد البليستوسين ، ثم بعد ذلك انتشر استخدامها بين الناس جميعا . وعرفت الحراش من العصر الحجري الأوسط . يمكن متابعة التطور في العدد بوجود مجموعات متقدمة مع آثار الإنسان القديم حتى الوقت الحاضر (شكل ٢٨ - ٨) . في الأول اخترعت الحجارة كعدد وكان لها شكل وحجم مناسبين . ثم تبعتها عدد بارة كالحظية التى صنعها الإنسان المبكر والاسترالوثيسين منذ حوالى ٢ مليون سنة تقريبا . ثم صنعت معدات خشنة من الصوان عن طريق تطاير الشظايا (أو الزوائد) بقدها مع حجر آخر (طريق القرع ، العصر الحجري المبكر) . وكانت البلطة التى تشبه الوتد من العدد المبكرة ، ثم شكل الصوان بإتقان أكثر وذلك بتطاير القطيعات بالضغط مع قطعة من العظم أو الخشب أو قرن الأيل (طريقة الضغط ، أواخر العصر الحجري القديم) . ثم بعد ذلك صقلت هذه الأدوات بسحقها على حجر قاشط (معدات الصقل ، العصر الحجري الحديث) . في أثناء ذلك قام إنسان ما قبل التاريخ بصناعة المشاقب ، والإبر ، وخطاطيف السمك (سنانيير) من العظم أو قرن الأيل أو صدفة الرخويات . وأخيراً اكتشف النحاس الجبل وصهر وتحول إلى الحالة المعدنية بواسطة النار (نحو ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد) . وبالتسخين والطرق أصبح في الإمكان تشكيله في عدد تناسب أعمالاً معينة . ثم أضيف إلى النحاس كميات صغيرة من القصدير لإنتاج البرونز وهى سبيكة لها درجة انصهار أقل وبذلك يكون لها صلابة عالية وبذا تكون أنسب لصناعة المعدات ذى الشفرة (نحو ١٨٠٠ سنة قبل الميلاد) ثم تلى ذلك استرجاع الحديد بالإنصهار (زمن الرومان) ، وبعد مدة طويلة تم إنتاج الصلب بإضافة كمية صغيرة من الكربون إلى الحديد . السبائك الخاصة للصلب مع المعادن الأخرى التى وجدت في منتصف القرن العشرين ما هى إلا تطور للخبرة القديمة .

إبتكارات الأزمان القديمة الأخرى والتي لها أهمية أساسية في التقدم الاجتماعى للإنسان هي (١) الرسم وقد كانت أولى الممارسات على جدران الكهوف بواسطة إنسان العصر الحجري القديم في فرنسا وأسبانيا ، (٢) التسجيل التصويرى (الميروغليفى) الذى أدى إلى العلامات الصوتية والكتابة (مصر ، نحو ٣٥٠٠ سنة قبل الميلاد) ، (٣) حرق الطمى لإنتاج الفخار والخزف ، و (٤) أقراص الطمى وورق البردى التى حفظت عليها السجلات المكتوبة .

من ناحية الميكانيكا فإن عجلة عربة النقل (الكارو) وبعدها عجلة الماكينات ، والقوس في البناء بالحجارة كانت تقدماً هائلاً ، كما كان القارب والشرع للنقل في الماء . أدى تطور أجهزة الحساب والتقييم إلى وسائل لحساب حركات الأجرام السماوية ، وتحديد طول السنة ، وحجم الأرض ، الخ ، ومهد الطريق ببطء للأبحاث العلمية والمعرفة التكنيكية الموجودة في العصر الحاضر .

مراجعة

- ١ - بين موضع الإنسان في تصنيف عالم الحيوان .
- ٢ - في أى الصفات التركيبية والوظيفية يختلف الإنسان عن كل الفقاريات الأخرى ؟
- ٣ - ما هو التغير الكبير في إمداد الإنسان بالغذاء الذى جعل المدنيات الحديثة ممكنة ؟ وكيف أثر ذلك على التوزيع الجغرافى للإنسان على الأرض وعلى التعداد الكلى له ؟
- ٤ - ما هى مظاهر النمو الموجودة في الإنسان والتي تختلف عنها في الحيوانات الأخرى ؟
- ٥ - ما هى التغيرات الخارجية التى تحدث أثناء النمو والتي يمكن اعتبارها صفات جنسية ثانوية ؟
- ٦ - كيف تختلف فترة بقاء الإنسان عن متوسط طول الحياة ؟ وهل تغيرت أى منهما تغيراً هاماً خلال الفترة المسجلة من التاريخ ؟
- ٧ - صف الحفريات المبكرة التى لها علاقة بالإنسان الحديث . هل كان المناخ مختلفاً خلال فترة من تاريخ الإنسان القديم ؟ وبأى طريقة ؟
- ٨ - ما هى الأدلة التى لدينا عن الإنسان القديم خلاف العظام الحفرية ؟ ما هى الحيوانات التى انقرضت الآن وكانت مرتبطة بالإنسان القديم ؟

الفصل التاسع وعشرون

الإنسان والبيئة

كان تعداد السكان في العالم ١/٢ بليون في أول القرن الثامن عشر ثم تضاعف هذا العدد في منتصف القرن التاسع عشر . وفي المائة سنة الماضية وصل التعداد إلى ٣,٥ بليون ، وهو يزيد بمعدل ٦٥ - ٧٠ مليون نسمة سنوياً . وإذا وصل إنتاج الطعام المستمر إلى أقصى طاقته فإنه يكون غير كاف حتى يحصل كل إنسان على غذائه المناسب . ويجري استنزاف الموارد الطبيعية بمعدل سريع كما أن نوعية البيئة في هبوط بسبب تلوث الأرض ، والهواء والماء ، واستنفاد المصادر .

قرر توماس ر . مالتوس (١٧٦٦ - ١٨٣٤) في مقاله عن مبادئ الجماعة (١٧٩٨) أن تعداد الإنسان يزداد بنسبة هندسية بينما يزداد الغذاء بنسبة حسابية ، أى أن وسائل الحياة تتدهور وستصبح غير مناسبة ما لم يُحد من زيادة السكان ، كما يحدث في حالات المجاعة ، والوباء ، أو الحرب . وبعد ذلك كتب قليل من الأشخاص الداركين عن أخطار زيادة الأعداد واستنزاف الموارد . وكان نصيب كتاباتهم التجاهل الشديد . ومنذ الحرب العالمية الثانية أكد كثير من المراقبين على أن الطريق الذى تسير عليه المدينة وهو طريق الدمار ، وحتى الآن يوجد قلق متزايد وأصبح علم البيئة أمراً شائعاً . ما هو مدى الضرر ؟ أين يتجه إقتصادنا ؟ ما هى التغيرات والإصلاحات الممكنة ؟ . المشاكل ليست كلها جديدة ، فبعضها بدأ منذ زمن بعيد ، ولكن كلها تضغط وتلج الآن . سيتبع هذه الفصل أصل بعض المشاكل وسيذكر الوسائل لتخفيفها .

٢٩ - ١ التعداد السكانى

خلاف ما هو موجود في معظم الحيوانات ، فلا توجد على الإنسان قيود موسمية في النشاط الجنسي أو ولادة الصغار . فقدرة الإنسان الجنسية مرتفعة ، رغم وجود ٩ أشهر حمل وتعاقب الإنجاب خلال ٢٠ - ٢٥ سنة . وفي سائر التاريخ نجد أنه كلما زادت الإمدادات الغذائية بتحسين الزراعة زاد بالمثل تعداد السكان وقد أدت زيادة الخبرات الفعالة في الزراعة ، بالإضافة إلى تحسين سلالات المحاصيل ، إلى إنتاج ضخيم نسبياً . والعامل الثانى في زيادة عدد السكان خلال القرن الماضى هو نقصان معدل الوفيات بسبب التقدم في الطب . في الماضى كانت الخصوبة الفطرية في الإنسان تواجه بالوفاة الناتجة عن المجاعة والوباء والحرب . يوجد الآن إنتاج كبير في المحاصيل ،

ويمكن نقل الغذاء بالسفن إلى المناطق التي تهددها المجاعة ، كما تغلب الإنسان على كثير من الأمراض ، ولكن يوجد الآن إنسان كثيرون يلزمهم القدر المناسب من المصادر المحدودة لهذا الكواكب . والزيادة الكبيرة في تعداد السكان ستسبب إلى الوضع . كل الموضوعات التي نوقشت في هذا الفصل تتعلق بزيادة التعداد . والوسيلة المنطقية الوحيدة لحفضه هي الإقلال من الإنجاب .

٢٩ - ٢ الغذاء

أكثر من نصف عدد البشر في العالم يوجد في آسيا ، وأفريقيا ، وأمريكا اللاتينية ، وهي دول فقيرة في الصناعة ، تعتمد غالباً على الزراعة ، ودخل الفرد فيها منخفض ، وكثير من الناس أميون ، ومعدل الإنجاب مرتفع . نحو $\frac{1}{5}$ سكان العالم جوعى ، و $\frac{3}{5}$ يعانون من نقص البروتين . ويتوقع أن يزيد تعداد العالم عن ٦ بليون نسمة في سنة ٢٠٠٠ . وإطعام الناس في هذا الوقت ، حتى في المستويات الغير المناسبة في وقتنا الحاضر ، يستلزم زيادة في إنتاج الغذاء بمقدار ٤٠ - ٥٠٪ . والزيادة المتوقعة في الأراضي المزروعة تقدر بـ ٥٪ فقط . والشئ الخطير حقاً في المجتمعات الغربية الصناعية هو اعتماد الزراعة على تمويل محدود ومتناقص إذا قورنت بالمبالغ التي تصرف على البترول . لذلك يحتمل أن تحدث مجاعات كثيرة .

يمكن أن يزداد الغذاء في العالم وذلك باختيار نباتات المحاصيل المحسنة التي تعطى محصولاً مرتفعاً ، وتوسيع مساحة الأراضي الزراعية . وتأثير الزيادة المتوسطة في الغذاء ستقابل سريعاً بالحدس من الأفواه الجديدة التي تضاف نتيجة للإنفجار السكاني .

والبحار الواسعة (٧١٪ من مساحة العالم) لا يمكنها ، كما كان يعتقد ، أن تنتج مددلاً ينفذ من غذاء الإنسان . والحقيقة أن إنتاج البحار من الأسماك الآن يقارب النهاية العظمى من الإنتاج المحتمل . فيجمع الإنسان نحو ٧٥ مليون طن (٦٨ مليون طن متري) سنوياً ، وإنتاج ١٠٠ مليون طن (٩١ مليون طن متري) يحتمل أن يكون حد الأمان لكي يستمر الإنتاج . والآن يوجد إفراط في الصيد في بعض المناطق على شواطئ الأطلنطي . وقد تنتهي قريباً الصناعة المتوقفة على الحيتان بسبب الإفراط في صيدها . ويعتبر التلوث مشكلة في البحار المفتوحة وبحوار الشواطئ . وتمثل المستنقعات المالحة والمسطحات الطينية والمياه الضحلة بعد المد والجزر مواقع هامة لبيض السمك ولكنها بصفة خاصة عرضة للتدهور . وهذا التدهور يمكن أن يؤثر على الحياة في المياه المالحة البعيدة . وزراعة البحر ، حتى في مياه الشواطئ ، لا تعد للآن إقتصادية على نطاق واسع . تمد أسماك مياه الأنهار على الشواطئ الآسيوية السكان المحليين ببعض البروتين الحيواني ، ولكن الإنتاج العالمي ليس كبيراً . ولا يمكن للبحار أن تنقذ الناس من الجوع على الأرض .

يعتقد بعض الأشخاص أن في الغابات المطيرة الاستوائية الحل لزيادة إنتاج الغذاء زيادة كبيرة . فربة هذه الغابات عادة بها كمية قليلة من الدبال والأملاح الغذائية ، كما أن الماء يتسرب بسهولة نتيجة الأمطار الغزيرة عند عدم وجود تدخل إنساني ، تمثل أشجار الغابة غطاءً واقياً حيث تدور الأملاح الغذائية بسرعة من النبات للتربة والعكس . عندما تزال الأشجار من مساحات كبيرة وتزال الأملاح الغذائية مع النباتات ، تسخن التربة أكثر من اللازم ويزداد معدل تسرب الماء . وتفقد

الأملح الغذائية بسرعة . ويزداد أو كسيد الحديد وأوكسيد الألمنيوم ، وإذا استمرت التعرية كثيراً ، فإن جزءاً من التربة يتصلب ، وهى عملية يطلق عليها « تكوين الصخر الأحمر » ، وعندما تكون شديدة ، تتكون أسطح تشبه الحث أو القرميد (الطوب) وتكون الخسارة مستمرة . والزراعة غير ممكنة .

يمهد سكان المناطق الاستوائية مساحات صغيرة ويزرعون المحاصيل لمدة ١ - ٣ سنة ، ثم ينتقلون لمكان آخر ، فتحول المساحات المهتدة إلى غابات بسرعة ، وتعود خصوبة التربة . وبعد بضعة سنوات يمكن استخدام المكان مرة ثانية . وبذلك يتجنبوا تكوين الصخر الأحمر . ورغم ذلك فقد ازدادت الصعوبة الآن بسبب النمو السكاني ، ولذلك لن يسمح للأرض أن تبقى بوراً .

٢٩ - ٣ تدهور وفقدان التربة

عندما بدأ الإنسان في تمهيد وزراعة الأرض ، تعرض سطح التربة الخصب الذى تكون بالعوامل الجوية وبفعل الكائنات للتجريف بمعدل متزايد . فإزالة الغابات ، وحرق الغطاء الكثيف ، وحرث الحشائش فى المساحات الطبيعية ، والرعى المفرط ، قد ضخم المشكلة ، مع هبوط متتابع فى خصوبة التربة . وفى المناطق الأخرى التى استخدم فيها الرى بكثرة لإنتاج الجيوب ولم يكن هناك صرف مناسب ، تجمعت الأملاح تحت الأرض وظهرت على السطح مما يخفض الإنتاج أو يتلفه . وإصلاحها بالمعالجة الكيميائية مكلف وليس ناجحاً على الدوام . واستخدام الأسمدة غير العضوية بكثرة يمكن أن يؤدى إلى تماسك التربة وذلك إذا لم يبذل المجهود للمحافظة على الدبال وإعادة الخصوبة بالسماد البلدى وبعض المواد العضوية الأخرى . الإبادة الكيميائية للحشرات وللآفات الفطرية يمكن أن تؤدى إلى تلف سطح التربة . والاستخدام المتكرر للزرنخ على أشجار التفاح لإبادة فراش التفاح فى شرق واشنطن حملت التربة بهذه الكيميائية حتى أنه قد فشلت زراعة أشجار بديلة . ونتيجة للإنفجار السكاني تغطت كثير من الأرض بصفة دائمة بمساكن أحياء وضواحي ، وشوارع مرصوفة ، وطرق سريعة . فى كاليفورنيا فقد ٥٠٠٠٠ - ١٥٠٠٠٠ أكر (٢٠٠٠٠ - ٦٠٠٠ هكتار) من الأرض خلال ربع القرن الأخير . وفى ولايات أخرى كثيرة كما فى البول النامية توجد نفس النتائج .

٢٩ - ٤ تلوث الماء

معظم المدن فى أنحاء العالم تستخدم أقرب خليج أو بحيرة أو نهر كمنفذ للمجارى ، وكثير يستخدمها فى التخلص من القاذورات التى تهدد بالأمراض . وفى بعض الأحيان تستخدم نفس المياه فى احتياجات الناس . وعندما تلوث المياه بالبول والبراز الغير معالج صحياً ، تنتشر الطفيليات الداخلية والأمراض بسرعة .

بنيت مصانع أمريكية حديثة بجوار مجارى الماء للاستفادة من قوة الماء فى دوران العجل . وكانت مخلفات مصانع التجارة ، والورق ، ومصانع المعادن وغيرها ترمى فى الماء وقد أُجْبِرَ المختصون بالمحافظة على البيئة هذه المصانع على معالجة بعض الملوثات ، ولكن بعضها لا زال متبقياً . يتم صرف

مبيدات الآفات من الأرض وتُحمل في مجارى الماء إلى البحار حيث تنتشر الآن وتؤثر على الأنواع المختلفة من الحيوانات ، المبيدات تختز بالجسيمات التى يحملها الهواء أثناء عمليات الرش وتتساقط بعد ذلك من الغلاف الجوى . عندما ترمى الأشياء المصنوعة من البلاستيك في المياه الداخلية فإنها تتجمع في النهاية على القاع في مياه الشواطئ ولا تتحلل . ويسكب البترول بكميات تزداد دائماً من حاملات البترول المحطمة أو الغارقة ومن آبار الزيت على شواطئ القارات . يتجرب الزيت الحام كثيراً من الشواطئ ، ويتلف الصناعات الصغيرة ، يلطخ ويقتل عدداً غير محدود من الطيور والثدييات . والزيوت المختلفة يمكن أن تطفو ككتل لينة ليس لها شكل معين أو تفوص كغطاء لرح يغطي القاع ويقتل بعض حيوانات القاع .

كثير من المياه العذبة يجرى بها عملية تسميد صناعي . مياه المجارى الحام أو المعالجة ، ومصارف المزارع ومخلفات الصناعة تنتج مدداً زائداً من النترات الغير عضوية (من أسمدة النباتات) ، والفوسفات (أساساً من المنظفات) ومركبات أخرى . ينشط نمو نباتات مائية معينة ، وتزدهر الطحالب بصفة عامة . عندما تموت النباتات يتسبب التحلل في فقد الأوكسجين من الماء ، بينما تهبط النترات والفوسفات إلى طين القاع لتنشط النمو فيما بعد . تتغير الجماعات الحيوانية المائية بدرجة ملحوظة . فالأعماك والكائنات الأخرى التى تحتاج لكميات كبيرة من الأوكسجين تموت ، بينما تزداد الأنواع الأخرى التى تحتاج لأوكسجين قليل . بمعدلات التلوث الحالية ، فإن كميات الأوكسجين في معظم الأنهار الرئيسية في الولايات المتحدة يمكن أن تنفذ في غضون بضع عشرات من السنين .

يمكن أن يحدث تحسن أكثر . فقد أصبحت بحيرة واشنطن وبحيرة سياتل ملوثتين ومعكنتين لدرجة لا تجذب ولا تناسب السباحين . فتأكد لمواطني المناطق المجاورة أن التنقية أصبحت لازمة وصوتوا لصالح سندات للتلوث ، وبنيت إنشاءات حديثة للمعالجة ، فعاتد المياه صافية وآمنة . بعض الإنشاءات تكبس القاذورات وتحففها وتقيم بقاياها العضوية لتصبح أسمدة تحل محل الأسمدة الكيميائية . ويمكن سن القوانين ضد إلقاء النفايات ومخلفات المصانع في الماء الشيء الذى يمكنه أن يفعل الكثير لإصلاح بحيرتنا ، وأنهارنا ، وشواطئنا البحرية . والتنظيم الحازم لمرور البترول في المحيطات والمياه الداخلية يمكن أن يقلل الضرر بدرجة كبيرة .

٢٩ - ٥ تلوث الهواء

قبل ظهور الإنسان كان الهواء فوق الأرض يستقبل الرماد ، والدخان والغازات من البراكين ، ومن حرائق الصواعق في الأراضي العشبية والغابات . حرق إنسان ما قبل التاريخ الأخشاب كوقود ، وبعضهم أقام الحرائق في مساحات من الأعشاب لتساعد في إنتاج الغذاء وجمعه ، وهى طريقة ما زالت مستخدمة في أنحاء كثيرة من العالم . واستخدم الإنسان في عصر ما قبل النهضة في أوروبا الأخشاب للطهى والتدفئة وكان لذلك تأثير ضئيل جداً على الهواء والإنسان . وعندما أصبح الفحم الرخو المحتوى على نسبة عالية من الكبريت هو الوقود الأساسى ، صارت السماء والمنازل معتمة بواسطة الهباب ، وخاصة أثناء الثورة الصناعية في أوروبا وشمال شرق أمريكا . وانقذت المناطق التى حرم فيها استخدام الفحم الرخو كوقود واستبدل بالغاز . قلل استخدام البترول كوقود من الدخان

ولكن نتج عنه مخلفات غير مرئية . وعندما ازدادت السيارات ذوات المحركات والطائرات في أواسط القرن العشرين ، أضاف العادم الصادر عن هذه المحركات كثيراً إلى التلوث . وفي نفس الوقت أضافت المنتجات الصناعية التي تختلف في الكم والنوعية - المتضمنة البلاستيك ومنتجات جديدة أخرى - كميات من المخلفات الهوائية مجهولة القوة . والنتيجة النهائية هي وجود خليط مرئي لجسيمات دقيقة لها تأثيرات كيميائية غير مرئية وهي تغطي الآن مدناً كثيرة في العالم ، وتنتشر لتعم السماء وتهيج العيون والأنف ، وتسبب مضايقات في التنفس .

ودخان الخشب ، بمعدلاته التي كانت موجودة في السابق ، يحتمل أنه كان ضاراً فقط ، ولكن ملوثات الهواء الحديثة خطيرة على الإنسان . بعضها يسبب التآكل للطلاء والمعادن والملابس . وبعضها الآخر يعرض صحة الإنسان والحيوان والنبات للخطر . تموت غابات الصنوبر الكثيفة في جبال جنوب كاليفورنيا الواقعة على بعد ٦٠ ميلاً من لوس أنجلوس من تأثير الهباب وتفسل معظم نباتات المحاصيل في الإنتاج في الهواء الملوث بالهباب ، وهناك خسارة عالية قدرها ٥٠٠ مليون دولار سنوياً ترجع لهذا السبب . والتأثير الطويل لكثير من الملوثات غير معروف ، ولكن الإحصائيات تدل على أنها تقوى تأثير أمراض معينة . صحة المجتمعات الإنسانية كلها يمكن أن تكون في هبوط . وأصبحت التيجات اليومية في العيون والأنف منتشرة . والصعوبات واضحة في الأطفال والمسنين ، والمرضى بمرض مزمن . الأمراض الصدرية مثل الربو ، والتهاب الشعب ، وانتفاخ الرئة ، يمكن أن تستحث أو تزداد بقسوة بفعل الملوثات . وينصح المرضى بهذه الأمراض غالباً بالانتقال إلى بيئات أقل تلوثاً . وتسبب بعض الملوثات مرض السرطان في حيوانات التجارب . وقد اتخذت غدة خطوط تخفيض تلوث الهواء . حظر حرق النفايات إلا في محارق لها درجات حرارة مرتفعة سيقلل من رماد النفايات . الماكينات ذات الاحتراق الداخلي ، كباسة أو نفثة ، لا بد أن يعاد تصميمها ليقل إنتاجها من الملوثات . وأجهزة الماكينات التي تعمل بحقن الوقود يمكن أن يقلل من الملوثات الغير مرغوب فيها . وحظر استخدام الوقود المحتوى على نسبة عالية من الكبريت ، والتحول إلى الطاقة الذرية لتوليد الكهرباء قد يقلل من الملوثات التي سبق ذكرها ولكنه قد يؤدي إلى خطر التعرض إلى إشعاع ذى طاقة عالية . وحديثاً ظهر تهديد جديد للغلاف الجوى باكتشاف مسيرات الفلوروكربون في الهواء حيث تتكاثر في الطبقات العليا للغلاف الجوى وتخرب طبقة الأوزون التي تمنع مرور أشعة الشمس الكونية التي تسبب السرطان من النفاذ إلى سطح الأرض .

٢٩ - ٦ التأثيرات المناخية

يكثُر ثاني أوكسيد الكربون وبعض الدقائق العالقة في الغلاف الجوى ، مما يمكن أن يؤثر على درجة حرارة العالم بسبب تغير في الإيزان بين إمتصاص وإنعكاس ضوء الشمس في الغلاف الجوى . ولا يمكن التنبؤ باتجاهه التغير . تعكس السحب ٦٠٪ من الطاقة الإشعاعية من الشمس . والجزء الذى يصل ويدفئ الأرض يتكون من أشعة لها أطوال موجات قصيرة - مرئية وقرنية من الفوق بنفسجية ، ولكن الأشعة التي يعاد إشعاعها عندما يسخن السطح تكون أشعة تحت حمراء طويلة الموجة . تميل الأشعة تحت الحمراء إلى أن تقع في مصيدة ثانى أوكسيد الكربون وبخار الماء الموجودان في الغلاف الجوى واللذان يمتصان الأشعة تحت الحمراء الخارجية وتعيد إشعاع بعضها منها مرة ثانية في

إتجاه سطح الأرض . وهو نفس تأثير الصوبات الزجاجية للنبات - فلها غطاء زجاجي شفاف للموجات القصيرة ولكنه يمتص ويبعد إشعاع الموجات الطويلة ، لدرجة أن الداخل يصبح أدفأ من الهواء الخارجى . المنتجات الجانبية الناتجة عن حرق الوقود الأرضى يمكن أن يضيف فعالية الصوبات ، بينما تزيد الفثانات من غطاء السحب فى الطبقة العليا من الغلاف الجوى (ستاتوسفير) حيث تعيد طاقة شمسية أكثر . والانعكاس الذى يحدثه الغلاف الجوى يمكن أن يزداد بزيادة الانعكاس بواسطة سطح الأرض ، الذى يزداد بانتشار الصحارى وإزالة الغابات . ويمكن لتغير حرارى فى حدود درجات قليلة فى درجة حرارة الغلاف الجوى أن يغير تيارات الحمل ويؤثر على المناطق المناخية والغطاء القطبى . ويمكن أن يكون له تأثير ملحوظ على الحياة على الأرض . وبالرغم من الشكوك المحيطة بالتأثير غير المقصود للإنسان على الطقس ، فإن ملايين الدولارات تنفق على التعديل المقصود للطقس مع مجهود قليل لتحديد التأثيرات المضادة .

٢٩ - ٧ مبيدات الآفات

المفروض أن كل نوع من النباتات البرية فى الطبيعة يتغذى عليه نوع أو أكثر من الحشرات ويكون معرضاً لهجمات من أمراض البكتريا ، والفطر والفيروس . ويكون الضرر غير واضح لأن النباتات مبيطرة ومهيأة لمقاومة الهجوم ، كما أنه توجد أنواع كثيرة من الكائنات التى تكبح هذه الآفات . فى الزراعة ، تزرع آلاف أو ملايين النباتات من نوع واحد من المحاصيل بجوار بعضها البعض وتكون غالباً قادرة على مواجهة ظروف محدودة ولكنها تكون غير محمية حماية كافية من الكائنات الأخرى . وتحت هذه الظروف تتكاثر الحشرات ومسببات الأمراض للنباتات ، وتسبب أضراراً إقتصادية كبيرة - وأحياناً ضياع كل المحصول . لذا صارت مقاومة الآفات ضرورية للإنتاج الوفير . قبل الأربعينيات من هذا القرن كانت البيرثيوم والروتون والنيكوتين وكلها تستخرج من النبات تستخدم فى حدود ضيقة فى حدائق المنازل . وقد توقف استعمالها جميعاً بسرعة . واعتمدت وقاية نباتات المحاصيل على أملاح غير عضوية عديدة من الزرنيخ ، والنحاس ، والرصاص ، والزنك المضاف إليه الكبريت ، ومخاليط الجير والكبريت ، ورشاش بعض الزيوت .

جاءت بعد الحرب العالمية الثانية المبيدات الحشرية المصنعة من الهيدروكربون الكلورى (د د ت ، ديلدرين ، ألدرين ، لندان ، كلوردان ، إلخ .) ومبيدات الحشائش (٢ ، ٤ - د ، ٢ ، ٤ ، ٥ - ت) . كبح د د ت. جماع الملاريا بصورة ملحوظة بقتله للبعوض فى دول استوائية كثيرة . وفى الواقع أن د د ت. قضى على الذباب فى اسطبلات الماشية (حتى نشأت سلالات من الذباب مقاومة د د ت.) . وبسرعة أصبحت الهيدروكربونات الكلورينية هى المبيدات السائدة فى المزارع وحدائق المنازل . ولسوء الحظ فهذه المبيدات أبادت الحشرات النافعة وأضررت بالحياة الحيوانية الأخرى ، ولم يبدأ أحد إهتماماً بذلك فى البداية . تشير الدلائل الآن على أن الهيدروكربونات الكلورينية تتحلل ببطء شديد . فمن ملايين الأبطال التى استخدمت فى رش أو تعفير الأرض صرف الكثير منها فى البحيرات والجارى المائية وفى البحار . أثناء الرش تتمتع هذه المبيدات التى يحملها الهواء بمجيبات الغبار وتحملها الرياح لتسقط أو تنزل مع الأمطار على بعد عدة أميال من مصدرها . ولأن السم له صفة الدوام . فإنه يتجمع فى أعلى مستويات السلسلة الغذائية ،

في الحيوانات آكلات اللحوم .

الأدلة التي تجمعت منذ ١٩٦٧ أوضحت أن هناك أعداداً متزايدة من أنواع الطيور تعاني من فشل إنجاب الصغار ، وذلك بسبب رقة قشرة البيضة ، وضعف وموت الأفراخ . يوجد هبوط في تعداد البازي الجوال ، والنسر الأصلع ، والبجعة البنية ، وكلها مهددة بالإنقراض ، ورقة القشرة وضعف الأجنة يرتبط برواسب من DDE (مشتق من د . د . ت) ومركبات كلورينية أخرى في البيض والحيوانات البالغة . وقد أمكن بالتجربة إنتاج بيض له قشرة رقيقة من طيور الباشق ، والبط البري في الأسر باطعامهم كميات غير مجتنة من د . د . ت ، DDE . كما وجد البيض رقيق القشرة في أوكارا ١٢ نوعاً على الأقل من الجوارح وآكلات الأسماك من الطيور التي تأكل مستوى عال من الطعام ، وتتضمن عقاب البحر ، والحارس الأبيض (أبو منجل) ، وأنواع عديدة من البشون ومالك الحزين . ولمواجهة هذه الحقيقة ، ولتين أن بعض هذه المركبات يسبب السرطان في حيوانات التجارب ، حرمت كثير من الحكومات في أوروبا استخدام ال . د . ت وامتد الخطر إلى الولايات المتحدة حديثاً . ومنذ الخطر تمكنت بعض الطيور مثل البجع من زيادة الإنجاب .

٢٩ - ٨ التسمم بالمعادن الثقيلة

يزداد التلوث بالمعادن الثقيلة من الكاديوم ، والزنك والرصاص وأصبح لها تركيز حيوي في السلسلة الغذائية . ويلقى الزنك إلى البحيرات والجاري من المصانع الكيميائية ، والمصانع التي تنتج الكلور والورق والمعدات الكهربائية والبطاريات ، الخ . وكان يعتقد أنه يترسب بدون ضرر في طين القاع حيث يبقى خاملاً . ولكن الدراسات الحديثة أثبتت أن الكبريت اللاهوائية الموجودة في الطين تحول الزنك إلى النوع المتطاير ، ميثيل الزنك الثنائي الذي يدخل في الماء والغذاء أو يمتص مباشرة خلال خياشيم الأسماك . وفي بعض الأحيان يحظر تفريغ السفن من الأسماك وذلك بسبب زيادة تركيزات الزنك في السمك المخصص للاستهلاك الآدمي . في الإنسان يسبب الزنك الغير عضوي رجفة في العضلات ، وإكتئاب ، وتلف الكلية ، كما يصيب ميثيل الزنك الدماغ . مصادر التلوث بالرصاص كثيرة منها احتراق الجازولين ، أفران صهر المعادن والمبيدات ، والعلب الملحومة ، وتآكل أصباغ قاعدات الرصاص . وفي عشرات السنين الأخيرة ساهم في التلوث إلى درجة كبيرة إحتراق الجازولين المعالج بالرصاص في السيارات . الرصاص سم متراكم يمكن أن يسبب الضعف ، وإصابة الأنسجة ، والوفاة .

٢٩ - ٩ نضوب المصادر

نتج عن التقدم في المدنية الحديثة زيادة مستمرة في استخدام المصادر الغير متجددة - إمدادات المعادن والوقود الأرضي (، الفحم والغاز الطبيعي والبترو . بالمعدل الحال للتعبدين الاستهلاك أمكن التنبؤ بأن الإمدادات من النحاس ، والرصاص ، والزنك ، والحارصين ، والفضة ، والتنجستن ، والزيت الخام ستفقد في حدود سنة ٢٠٠٠ وبعضها قبل ذلك . ومخزون الفحم ، والنجنت ، خام الحديد الجيد والكروم ستبقى مدة أطول . وستساعد في ذلك الاكتشافات الحديثة

من البترول من المنحدرات الشمالية في آلاسكا والجهات الأخرى ، ورواسب الحديد المتسعة في غرب استراليا . زيت البترول والنحاس لهما أهمية خاصة . فزيت البترول يستخدم في تنمية الزراعة في المجتمعات الصناعية وبذلك يعمل على إنتاج كمية الغذاء اللازمة لسد حاجة الكثافة السكانية الحالية . والنحاس هام في استخدام الكهرباء . فإذا نفدت إمدادات المعادن ، ستختفى كثير من رفاهيات الحياة في العالم الغربي - الأدوات المنزلية ، والأجهزة الكهربائية ، وغيرها . فلا مناص من الحفاظ على المعادن الهامة وإعادة تصنيعها فلا يجب أن يلقى بها في مقابل القمامة .

الوضع في مصادر الطاقة أيضاً غير متزن ومظلم . فالخشب ، والفحم ، والبترول ، والغاز الطبيعي ، والطاقتين الذرية والشمسية هي المصادر . الأول والأخير منها هما المتجددان فقط . أما الوقود الأرضي فمحدود الكمية . تعتمد الطاقة الذرية على عنصرى اليورانيوم والبلوتونيوم . والبلوتونيوم مادة تركيبية على درجة كبيرة من السمية . إحدى المشاكل الخطيرة للطاقة الذرية هي أن المخلفات ذات النشاط الإشعاعي الناتجة عنها سامة جداً . وهذه يجب أن تحجب بعيداً عن البيئة لعدة آلاف من السنين ، ولكن لا تخلو منطقة الآن من التراكم الإشعاعي . والمشكلة الأخرى هي في منع تسرب كميات خطيرة من الإشعاع الناتج عن الاستخدام السيء للمفاعلات الذرية . وبسبب هذه المشاكل يمكن أن يكون للطاقة الذرية دور أقل في احتياجات العالم . يجري إنتاج الطاقة الشمسية الآن وخاصة لتسخين الماء وتدفئة المنازل ولكنها الآن لم تستخدم على نطاق واسع .

يعكس استخدام الطاقة الحالية الاقتصادية للدولة . فالدول التي لها مصادر قليلة تقتصد في كمية الوقود . فحصة الفرد في المدن الكبيرة أكثر كثيرا للطبخ والتدفئة والإضاءة . وأعلى نسبة توجد في الولايات المتحدة حيث يستهلك ٥٪ من سكان العالم ٣٠٪ من إمدادات العالم في الطاقة . وبكل تأكيد لن يستمر كثيرا هذا المعدل في الاستهلاك . ويرجع هذا الاستهلاك إلى التدفئة الزائدة للمنازل في الشتاء ، وتكييف الهواء في الصيف ، والإضاءة الزائدة داخل المنزل وخارجه ، الاحتياجات المتزايدة من الوقود للنقل . فاستخدام شخص واحد لسيارة لمسافات طويلة في ذهابه إلى عمله والعودة منه سيصبح قريبا جزءاً من التاريخ .

٢٩ - ١٠ التغيرات في الحياة البرية

عندما تزداد الناس ، ويخطو التقدم التكنولوجي إلى الأمام ، تختفى النباتات والحيوانات البرية وتختفى منها أماكن معيشتها ، فأى تبدل يتبعه تغير في ظروف الأنواع المختلفة المستوطنة لكي تنجا بنجاح . فانقراض أنواع من الطيور والثدييات صاحب نمو المجتمع الإنساني خلال الثلاثة قرون الماضية . كما اختفت أنواع كثيرة أخرى من الحيوانات .

توضح سجلات الانقراض الأضرار المرئية فقط . وغالبا ما يكون الضرر مجهولا وقد يكون له آثار بعيدة . فالكاثن الذى يبدو لا قيمة له قد يكون على قدر كبير من الأهمية . فعلى سبيل المثال ، قام الناس لمدة طويلة بتحطيم أعشاش الحمل (من نوع فورميكا) في غابات أوروبا للحصول على عذاري الحمل لتغذية صغار الدواجن ، وطيور الزينة والأسماك ، وللحصول على حامض الفورميك من الحمل البالغ لمعالجة الروماتيزم والتهاب المفاصل . وبعد ذلك ظهر الضعف في أشجار الغابات . فأصبحت الأشجار

أقل وفرة وهجمات الآفات أكثر قسوة . فقد كان الحمل يساعد الغابات في عدة أمور . فمحورها تفتح التربة للهواء والماء . وتدفن التربة الهشة أوراق النبات وبذا تسرع في تكوين الدبال . وتضيف فضلات وبقايا الحمل والحشرات التي يصيدها عنصر النيتروجين . فيكون نمو الأشجار أكثر بالقرب من الأعشاش . وينقل البذور وبذا يساعد على انتشار أشجار الغابات . وعندما تزداد يرقات الحشرات يساعد الحمل في التخلص منها . وقد نمت غابات أوروبا بنجاح في تربة خصبة لآلاف السنين بمساعدة الحمل . وتعتبر الغابات جوهرة لإقتصاد أوروبا ، والحمل إجزء هام من النظام البيئي للغابات التي يعتمد عليها الإنسان .

الإلتجاه في التطور هو زيادة التباين العضوى ، وإنتاج أنظمة بيئية ثابتة ومتكاملة ومركبة . بينما يعكس الإنسان هذا الإلتجاه . فقد تَوَعَّ الإنسان في زيادة كميات الطاقة المستخدمة في نظامه الزراعى الصناعى . وكانت النتيجة إختلالا في الصنف العضوى ، وضياعا في رسوخ الأنظمة البيئية . الكميات القليلة من الطاقة المثبتة بواسطة الأنظمة البيئية هي الآن المتاحة للإنسان بينما تتدخل مخلفات الطاقة في المجهود الذى يبذله الإنسان لتنوع الطاقة لمصلحته . إقامة الغابات وعزل بعض المناطق الطبيعية هما محاولة لحماية البيئات الطبيعية وذلك للمنفعة العلمية والإقتصادية والجمالية .

٢٩ - ١١ الحفاظ على الأخلاق

نحتاج إلى نظرة أخلاقية واسعة - الحفاظ على الأخلاق . من الناحية البيئية وطبقا لآراء ألدو ليوبولد ، يعتبر هذا تقييدا لحرية القدرة في صراع الإنسان للبقاء . وأسس هذه الأخلاقيات يجب أن تراعى المبادئ التالية :

- ١ - الأرض نظام مقفل وبه كميات محدودة من الهواء ، والماء ، والغذاء ، والسعة للغابات .
- ٢ - التربة الجيدة ضرورية للحياة على الأرض .
- ٣ - تطبيق مبادئ علم البيئة لتطويع الطبيعة لخدمة الإنسان .
- ٤ - للكائنات الأخرى الحق في البقاء ، فالإنسان جزء من الطبيعة وليس قاهراً للكائنات الحية الأخرى .
- ٥ - التنوع في الأنظمة البيئية الطبيعية يعطى ثباتاً وتكيفاً للتغير في البيئة .
- ٦ - يمكن للتغيرات الرئيسية في موازين الطبيعة أن تتحمل على شعوب الإنسان والكائنات الأخرى .
- ٧ - تقلل الكثافة السكانية المنخفضة للإنسان من المنافسة ، وتحمى التنوع العضوى ، وتقلل التلوث ، وتخفف التهافت على المصادر المتناقصة .
- ٨ - يجب أن يتضمن ارتفاع مستوى المعيشة هواء نقى ، وماء ، وغذاء ، ومحيط مبهج ، وإطمئنان وهدوء .
- ٩ - لا بد أن تساهم التربية والتثقيف في التقييم السليم للطبيعة .

مراجعة

- ١ - لماذا نما المجتمع الإنسانى نمواً كبيراً فى القرن العشرين ؟
- ٢ - لماذا لن يستطيع المجتمع الإنسانى أن يستمر فى النمو بمعدله الحالى فى المستقبل ؟
- ٣ - ما هى المؤثرات ذات المدى الطويل التى تتوقعها على مناخ الأرض إذا زادت كمية الغبار فى الغلاف الجوى ؟ وإذا زادت كمية ثانى أوكسيد الكربون ؟
- ٤ - من أين تحصل الأرض على إمداداتها من الأوكسجين ؟
- ٥ - ما الذى يمكن أن يحدد كمية الغذاء التى يمكن الحصول عليها من أكر الأرض الخصبة ؟ ما هى الصلة التى يحملها مضمون إجابتك لسؤال رقم ٢ ؟
- ٦ - كيف يمكن للتلوث أن يقلل أعداد الإنسان التى يمكن للأرض أن تعيلها ؟

Glossary

الكشاف التحليل

Linkage	إرتباط
	وراثية صفات مشتركة ، وذلك لأن جيناتها قد توجد في نفس الكروموسوم
Reversion	إرتداد
	عودة صفة من صفات السلف إلى الظهور ، والتي لم تكن مادية في جيل أو أجيال سابقة
Symphysis	إرتفاق
	اللتحام بين جزئين
Terrestrial	أرضي
	ينتمي إلى اليابسة أو يعيش عليها .
Dimorphism	أزدواج الشكل (التشكل الثنائي)
	ظاهرة وجود نوع على شكلين مميزين
Osmosis	أزموذية
	الإنتشار خلال غشاء شبه منفذ .
Albinism	إشقرار اللون
	غياب الصبغ عن حيوان ما في الحالة الطبيعية
Digit	أصبع
	أصبع اليد أو القدم . أحد الأجزاء الأخيرة للطرف في رماحيات القدم
Luminescence	إضاءة ذاتية
	إصدار ضوء نتيجة لتفاعلات كيميائية داخل الخلايا
cecum, ceca	أعور ، أعاور
	بروز خبي أو كبسي الشكل من القناة الهضمية ، مسدود من الطرف الخارجي .
Autotrophic nutrition	إغتذاء ذاتي
	العملية التي يصنع بها الكائن الحي غذاءه نفسه من المواد غير العضوية ، كما في النباتات .
Embryonic membranes	أغشية حينية
	أغشية خلوية تتكون كجزء من جين أثناء عملية تكويبه ، وهي ضرورية لأبيض الجنين ؛ الزهبل ، الكوريون ، والغشاء المناري ؛ في الزواحف والطيور والثدييات ، وفي الحشرات أيضا
Secretion	إفراز
	مادة ذات فائدة تنتج في الجسم من خلية أو من غدة عديدة

Amphimixis	إتحاد الحيوان المنوي والبويضة
	إتحاد نواتي البويضة والحيوان المنوي لتكوين الزيجوت ؛ إختلاط البلازما الجرثومية للفردين
Rudimentary	أثري
	غير تام النمو أو بدون وظيفة
Monophyletic	أحادي الشعبة
	ينتمي إلى خط واحد مباشر في الإختدار التطوري
Monoecious	أحادي المسكن
	المسائل الذكورية والأنثوية توجد في نفس الفرد ، غشئي
Viscera	أعضاء
	الأعضاء التي توجد داخل الجمجمة والصدر والبطن ، خاصة الأخيرة
Excretion	إخراج
	طرد الفضلات الناتجة عن عمليات الأيض خارج الجسم ، وهي عديدة الفائدة ؛ أيضا عملية التخلص من هذه الفضلات .
Fertilization	إخصاب (تلقيح)
	إندماج جاميتين (مشيجتين) ، أو بيضة وحيوان منوي . ليكونا نطفة ثم جنينا
Cross-fertilization	إخصاب خلطي (تجمحي)
	إتحاد خلية بيضية من فرد بحيوان منوي من فرد آخر ، على العكس الإخصاب الذاتي .
Ovipositor	أداة وضع البيض
	عضو يتركب من زوج من الأطراف الطبيعية منحور لوضع البيض . يكون رفعا أحيانا لقب الخشب ، أو حادا ومسننا كما في أداة اللسع
Corium	أدمة
	الجزء الأمامي من الجلد تحت البشرة .
Dermis	أدمة
	الجزء السفلي أو الحقيقي من الجلد ، تحت البشرة في الفقاريات ، ينشأ من المزدودم .
Gastrodermis	أدمة معدية
	بطانة التجويف الهضمي في الحورفيمات
Auricle	أذني
	صياوان الأذن الخارجي في الثدييات

Invagination ابتعاد اندعاج
 ابتداء للدخل مثل ما يحدث في عملية التطير حيث يتعدد
 القطب الحضري في البلاستولا لتكوين الجاسترولة
Irritability إنفعالية
 القدرة على الإستجابة للمؤثرات
Nasal أنفي
 نسبة إلى الأنف
Meiosis (Reduction division) إنقسام اختزالي
 نوع خاص من إنقسام الخلايا . يتم في الخلايا التناسلية . وفيه
 يتجزئ العدد الزوجي أو الجسمي للكروموسومات إلى العدد
 الفردي . أي يتجزئ عدد الكروموسومات إلى النصف .
Mitosis إنقسام غير مباشر
 إنقسام الخلايا . يظهر في الخلية مغزل ليفي وعدد محدد من
 الكروموسومات . تنشط الكروموسومات طوليا لتكوين
 مجموعتين متساويتين من الكروموسومات . تنجس كل منهما إلى
 أحد قطبي المغزل . وتكونان أجزاء من بواتين جديدتين .
Autosome أوتوسوم
 كروموسوم عادي غير له عن الكروموسوم الجنسي
Aorta أورطي
 شريان كبير . خاصة الذي يتصل بالقلب
Metabolism أيض
 مجموعة من العمليات الباتية والهدمية (أيض باني وأيض
 هدمي) . معظمها كيميائية وتحدث في الكائنات الحية
Anabolism أيض باني
 مراحل نائية في الأيض . تتضمن الهضم إلى القليل الغذائي
Catabolism أيض هدمي
 تحلل المواد المعقدة في البروتوبلازم

- ب -

Autotomy بتر ذاتي
 انفصال ذاتي وإرادي لجزء من جسم الحيوان
Marine بحري
 نسبة إلى البحر أو المحيط أو أي مياه ملحية أخرى
Primitive بدائي
 غير متخصص ، بداية الشكل أو الطور
Feces براز
 فضلات ، بقايا الغذاء غير المهضوم الذي لم يتم إمتصاصه .
 ويتم طرده من القناة الهضمية
Epididymis بريح
 القنيات الصادرة من الخصية
Bud برعم
 جزء من الحيوان ، ينمو ويكون فردا جديدا
Amphibious برمائي
 القادرة على العيش على البر وفي الماء ، كالضفدع
Parenchyma برنشيميا
 مادة خلوية رخوة غملاً الحيز بين الأعضاء

الخلايا . أيضا عملية إنتاج الإفراز وانتقاله . قارن بالإخراج
Sexual union إقران جنسي
 إتصال مؤقت بين ذكر وأنثى . وذلك لانتقال الحيوانات المنوية
 إلى البقعة التناسلية للأنثى
Ectoderm إكتودرمة
 الطبقة الخارجية أو الطبقة الخلوية الخارجية لحين ميكرو
Carnivorous أكّل اللحم
 الحيوان الذي يتغذى على لحوم حيوانات أخرى
Herbivorous أكّل النبات
 يتغذى على الأعشاب والخضائش أو مواد خضرية أخرى
Anastomosis إنضمام
 إتحاد أو اتصال وريدتين أو شريائين أو أكثر أو أوعية أخرى
Anterior أمامي
 الجزء الذي يتقدم به الحيوان للأمام أو النهاية الرأسية . مقابل
 خلفي
Procoelous أمامي الضعير
 مفرد من الأمام . كما في جسم بعض الفقرات
Ampulla أمبولة
 فقاعة
 إفراز ثنائي الشكل صغير
Adsorption إمتزاز
 إلتصاق طبقة رقيقة جدا من جزئيات غازية أو مادة دائبة أو
 سائل سطح صلب (قارن بالإمتصاص)
Absorption إمتصاص
 الإنتقال الإنتقائي لسوائل أو مواد في محاليل إلى الخلايا أو
 الأنوع المنصبة
Intestine أمعاء
 جزء من القناة الهضمية بين المعدة والشرج (أو الجمع)
Amoeboid أميبي
 مرور أقدام كادمة . كما في الأميبا وكرية الدم البيضاء
Evagination إبتثار
 بروز جزء من تركيب مجوف
Natural selection إبتخاب (إنتقاء) طبيعي
 التخلص من الأفراد الأقل مقدرة على الصراع من أجل الحياة
Endoderm إندودرم
 طبقة أو مجموعة من الخلايا تبطن المعى الأولى أو المعى القديم في
 جبين ميكرو ، وتظهر في طور الجاسترولة
Endostyle إندوستيل (قلم داخل)
 ميزاب مهذب بطني في بلعوم القريات والسهم ويرقات
 اللاامري . يستخدم في الحصول على الغذاء ، يشابه في الأصل
 مع الغدة الدرقية في الفقاريات .
Enzyme إنزيم
 مادة تنتج من خلايا حية ، تحدث كميات بسيطة منها تحولات
 كيميائية مثل التحلل المائي والتأكسد والإختزال ، لا تستهلك
 في هذه العمليات ؛ مخزنة أو عامل مساعد
Fission إنشطار - إنقسام
 تكاثر لا جنسي بالإنتقسام إلى جزئين أو أكثر ، عادة متماثلين .

Urinogenital, Urogenital	يور مارر أو رائنة مشابهة على الرأس بولى تناسل
Polyp	مستحب إلى أعضاء الإحراج والكناثر بوليب
Ovum	أحد الشكيلين لفرد . يوجد في اللاسعات . منت عادة وينكاثتر لا حسيا
Environment	بيئة
Egg	جميع الظروف البيئة التي تحيط بكائن بذاته بيضة
Pelagic	خلية جرثومية تتجهها الأنتى يلاجيك (عرص البحر)
Intercellular	نسبة إلى عرص البحر بعيدا عن الناطق بين خلوى (خارج الخلايا)
Oviparous	مابين الخلايا يوضع بيضا ، ينتج بيضا يفقس خارج الجسم
Ontogeny	تاريخ الحياة لفرد التاريخ التكويني لكائن
Phylogeny	تاريخ النشوء (تاريخ تطور السلالات) تاريخ تطور نوع أو مجموعة أعلى من الكائنات
Pericardium	تامور التجويف الذى يحيط بالقلب ، أيضا الغشاء الذى يطن
Mutualism	التجويف ويغشى القلب تبادل المنفعة
Alternation of generation (Metagenesis)	علاقات مفيدة إجبارية بين أفراد من نوعين مختلفين تبادل الأجيال
Divergent	تبادل الكناثر الجنسي واللاجسى في دورة حياة بعض الحيوانات تباعدي - تنحصى
Regeneration	الابتعاد عن بعض ، الانفصال عن مصدر مشترك تجدد
Lumen	إستبدال أجزاء مفقودة من حيوان عن طريق البر أو خلاله تجويف
Body cavity	تجويف في غدة ، قناة ، وعاء ، أو عضو تجويف الجسم
Hemocoel	التجويف بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية للحيوان (أنظر السيلوم والسيلوم الكاذب)
gastrocoel	تجويف دموى جزء من تجويف الجسم مختزل في الحجم ويعمل كجزء من الجهاز الوعائى الدموى تجويف معنى

Protoplasm	بروتوبلازم مادة حية . نظام كيميائى فيزيائى عروى معقد يكون المادة الحية . المادة شبه السائلة للرحة للخلايا الحيوانية والنباتية
Peritoneum	بريتون غشاء مصل (رقيق) ميزودرمى) يطن تجويف الجسم ويغشى الأعضاء الداخلية في العديد من الحيوانات
Epidermis	بشرة طبقة من الخلايا (أحيانا عديدة الطبقات) تغطى سطحا خارجيا .
Optic, Visual	وهي الجزء الإكثودرمى من الجلد في معظم الحيوانات . تفرز الجلد في بعض الحيوانات بصرى
Endothelium	نسبة إلى العنق أو حاسة الإبصار بطانة
Abdomen	طبقة من الخلايا المفلطحة البسيطة . تكون السطح الداخلى للأعضاء الدورية وتجاويف مقفلة أخرى طن
Ventral	الجزء الأكبر من الجسم خلف الصدر ؛ خلف الحجاب الحاجز في الثدييات بطنى
Ventricle	تجاه السطح السفلى أو البطن . بعيد عن الظهر . مقال الظهرى بطين
Distal	حجرة عضلية في القلب ، أيضا تجويف في مخ الفقاريات بعيد
Plasma	بعيدا عن نقطة إتصال ، أو عن مكان معين بلازما
germplasm	الجزء السائل من الدم أو اللعف بلازما جرثومية
Blastula	المادة الأساسية التي تحمل العوامل الوراثية . الجاميتات والخلايا والأنسجة التي تتكون منها تعبير كوحدة بلاستولة
Pharynx	الطور المبكر لجنين ، عادة على شكل كرة خلوية مجوفة بلعوم
Neoteny	منطقة من القناة الهضمية تقع بين تجويف الفم والمريء ، عضل غالبا ، به أسنان أحيانا كما في بعض الفقاريات ؛ المنطقة الخشومية في العديد من الفقاريات المائية بلوغ الصغار
Pleura	الوصول إلى البلوغ الجسدى في طور غير ناصح أو طور اليرقة كما في الأكسولوتل .
Atrium	بلورا الغشاء الذى يغشى الرئتين ويطن الجدار الداخلى للصدر
Rostrum	برو - أذن تجويف أو حجرة خارجية ، حجرة الإستقبال للقلب

Gametogenesis تكوين الأمشاج
عملية تكوين الخلايا الجرثومية الناضجة أو الأمشاج ؛ عملية
النضج
Embryogeny تكوين جنسي
عملية تكوين الجنين
Adaptation تكيف
ملاءمة تركيب ، وظيفة ، أو كائن حي ككل لبيئة معينة ؛
طريقة الملازمة
Bilateral symmetry تماثل جانبي
وهو نوع التماثل الذي يمكن أن يقسم به جسم أو جزء إلى
نصفين متماثلين أيمن وأيسر . وذلك بمدار وسطي واحد ، كل
نصف صورة مرآوية من الآخر
Radial symmetry تماثل شعاعي
الأعضاء المتماثلة مرتبة حول محور مركزي مشترك . كما في نجم
البحر
Photosynthesis تخيل صوئي
سواء الكربوهيدرات من ثاني أكسيد الكربون والماء بواسطة
الكلوروفيل في النباتات الخضراء أو الأوليات السوطية في
وحدود الضوء
Assimilation تخيل غذائي
إتخاذ المواد المهضومة بعد امتصاصها . وبناء بروتينلازم حي
Paedogenesis ناسل الصغار
الحالة التي تتكاثر فيها اليرقات أو أشكال أخرى غير بالغة
جنسي (منسل)
genital نسبة إلى أعضاء التكاثر أو عملية التناسل
Analogy قاطر
تشابه في الصفات الخارجية أو في الوظيفة . وليس في الطابع
التركيبى أو الأصل
Respiration تنفس
الحصول على الأكسجين من الوسط المحيط وطرد ثاني أكسيد
الكربون

ت

Sedentary ثابت - مسفر - جالس
يبقى في مكان واحد
Homoiothermal ثابته الحرارة (دوات الدم الحار)
حيوانات ذات درجة حرارة داخلية ثابتة ، تظل عادة أعلى من
درجة حرارة البيئة . تتميز بها الطيور والثدييات
Foramen ثقب
فتحة أو ثقب في عظم أو غشاء أو حاجز
Spiracle ثقب (فتحة) تنفسي
في الحشرات ، فتحة خارجية للقصبات أو الجهاز التنفسي ؛ في
الأسماك العنصرية ، الشق الخيشومي الأمامى المنحور
Triploblastic ثلاثي الطبقات
ينشأ من ثلاث طبقات جنينية جرثومية - إكتودرم ، إندودرم ،
وميزودرم

التجويف المضمي الأولي لجنين حيوان عديد الخلايا ، ويكون
بعملية التبطين
Metamorphosis تحور
تغير ملحوظ في الشكل من طور لآخر ، مثل تحور اليرقة
لحيوان بالغ
Inbreed تزاوج الأقارب
تزاوج الحيوانات ذات البائات ذات القرابة
Synopsis تشابك
إفتران مؤقت للكروموسومات في أزواج قبل الانقسام
النضجي الأول
Hypertrophy تضخم
زيادة غير عادية أو غير رائدة في حجم عضو أو جزء من الجسم
تطور
Evolution العملية التي وصلت بها الكائنات الحية إلى ما هي عليه الآن .
تركيبيا ووظيفيا ؛ الأشكال المعقدة نشأت من أشكال بسيطة ؛
بذلك ، تسلسل مع تحور
Polymorphism تعدد الأشكال
وجود أفراد في أكثر من شكل تابعة لنوع واحد
Metamerism تقبل
تقسيم الجسم إلى قطع متشابهة متكررة
Holozoic nutrition تغذية حيوانية
تغذية عواد غذائية عضوية معقدة . تتميز بها معظم الحيوانات
Holophytic nutrition تغذية نباتية
تغذية بواسطة التمثيل الضوئي للمواد الكيميائية غير العضوية
البسيطة ، كما في النباتات الخضراء وبعض الأوليات السوطية
Germinal variations تغيرات جرثومية (وراثية)
تحدث نتيجة لتحورات في الخلايا الجرثومية
Cleavage تفلج
المراحل الأولى من إنقسام الخلية البضيعة إلى خلايا عديدة
Meroblastic تفلج غير كامل (جزئي)
تفلج في بيضة حيث ينقسم جزء فقط من البروتوبلازم ، ييبا
يظل المخ بدون إنقسام ؛ يحدث في البيض الغني بالمخ
Holoblastic تفلج كامل
تفلج بحيث تنقسم الخلية البضيعة تماما
Reproduction تكاثر
الحفاظة على النوع من جيل إلى جيل
Parthenogenesis تكاثر بكرى
تكون فرد جديد من بيضة غير ملقحة ، كما في الدوارات ،
قمل البسات ، الخ
Schizogony تكاثر أقسومي (انملاق) شيزوجوني
انفلاق لا جنسي عديدى في الأوليات
Commensalism تكافل
علاقة بين فردين أو أكثر من أنواع مختلفة ، بحيث يستفيد فرد
واحد أو أكثر من هذه العلاقة ولا يتضرر الآخر
Tectin تكئين
مادة عضوية توجد في هياكل بعض الأوليات ؛ كئين كاذب

Hepatic portal system جهاز باب كبدى

جهاز من الأوردة تنقل الدم من القناة الهضمية إلى الشعيرات (الجوب) في كبد الفقاريات

Lymphatic system جهاز لمفاوى

جهاز من الأوعية الدقيقة في الفقاريات ، يؤدى من الصفحات بين الأنسجة إلى الأوردة الكبيرة التى تدخل القلب ، وهو جزء من الجهاز الدورى

Systemic جهازى

جزء من الجهاز الدورى ليس له علاقة مباشرة بالنفس

Sinus جيب

تجويف في عظم أو تصحم أو وعاء دموى

Limy جبرى كلسى

يحتوى على أملاح الكالسيوم . خاصة كربونات الكالسيوم

P₁ حبل أبوى أول

الأبين لقرد معين من حبل ف ١

Genes جينات

وحدات وراثية تنتقل من جيل لآخر عن طريق الأنشاح . وهى تسيطر على تكوين الصفات في الأفراد الناحية . العوامل ، العوامل الوراثية المحددة .

Septum حاجز

حدار فاصل بين تجويفين أو تركيب

Unguligrade حافرية المشى

حيوانات متجورة للمشى على الحوافر

Ureter حالب

قناة تنقل البول من الكلية إلى المثانة البولية أو إلى المجمع .

Amino acid حامض أمينى

حامض عضوى يحتوى على شق أمينى (ن يدم) . الأحماض

الأمينية هى الوحدات البنائية للبروتينات

Umbilical cord حبل سرى

يحتوى على أوعية دموية ويدعم سيج صام . يوصل بين الجنين والأم في الثدييات .

Notochord حبل ظهري

دعامة محورية علوية مرنة . يتكون في الجهة البطنية للحبل العصبي في الجنين المبكر لجميع الحليات ، فيما بعد تحيط الفقرات بالحبل الظهري أو تحل محله . كما في معظم الفقاريات .

Nerve cord حبل عصبي

حبل متناسك ، يتكون من خلايا عصبية وبه عادة عقد . ويكون جزءا من الجهاز العصبي المركزى .

Chordata حليات

شعبة من الحيوانات لها حل ظهري طوال حياتها أو لفترة فقط ؛ تتضمن الفقاريات . السمك . والقريبات

Diaphragm ججباب حاجز

غشاء فاصل ، كغشاء الأذن والحاجز العضلي بين التجويف الصدري والتجويف البطنى في الثدييات .

Orbit حجاج العين**Diploblastic** ثائى الطبقات

نشأ من طبقتين جروليمينيتين جيبيتين ، أكتودرم وإنودودرم

Dioecious ثائى المسكن

الأعضاء التناسلية الذكوية والأنثوية توجد في فردين منفصلين

ج**Adoral** جار الفم

قريب من الفم

Gastrula جاسترولة

طور مبكر في التكوين الجنينى ، وهى بالمتولة متعمدة

Gamete جاميت (مشيجة)

خلية تناسلية أو جروليمية ناصجة ؛ ذكوية (حيوان منوى) أو أنثوية (بيضة)

Frontal جسمى

نسبة إلى الجبهة ، تعنى أيضا مقطعا أو مستوى موازيا محور الجسم الرئيسى أو بزاوية قائمة للمستوى السمنى

Soma, Somatic جسم ، جسمى (بدنى)

نسبة إلى الجسم أو خلايا الجسم ، المقابل لها الخلايا الجروليمية .

Centrum جسم الفقرة

يشبه البكرة ، وبمحل زوائد مختلفة

Integument جلد - غلاف

غلاف خارجى ، خاصة جلد الفقاريات ومشتقاته

Cutaneous جلدى

نسبة إلى الجلد

Dermal جلدى - آدمى

نسبة إلى الجلد ، خاصة طبقة النسيج الضام الداخلية في جلد الفقاريات .

Cuticle جلد

غلاف خارجى رقيق لا يخلى للكائن

glycogen جليكوجن (نشا حيوانى)

مادة كربوهيدراتية (عديدة التسكر) تخزن في العضلات والكبد ؛ نشا حيوانى

Copulation جماع - سفاد

إتصال الجنينين

Population جماعة

مجموعة من الأفراد تنتمى لنفس النوع ، وتعيش في منطقة أو مكان معين .

Gregarious جماعى

العيش في جماعات أو قطعان ... الخ

Chondrocranium جمجمة غضروفية

الجمجمة الغضروفية لمسنديرات الفم والأسماك الغضروفية ، أيضا ذلك الجزء من الجمجمة الجينية في الفقاريات العليا الذى يتكون كغضروف .

Embryo جنين

حيوان صغير في أطوار التكوين قبل الفقس أو الولادة

Fetus جنين متأخر

الأطوار الأخيرة للجنين داخل البهية أو الرحم

الجزء الخلفي أو تجاه الطرف الخلفي (الذيل) . بعيدا عن الرأس . عكس الأمامي

Ophisthocoelous - خلفية الظهر
مقعرة من الخلف . كما في جسم بعض الفقرات

Cellular خلوى
نسبة إلى الخلية . التركيب الخلوي

Cell خلية
كتلة صغيرة من مادة حية . تحتوي عادة على بواة أو مادة نووية . وهي وحدة تركيبية ووظيفية في النباتات والحيوانات .

phagocyte خلية بلعمية
كثيرة الدم البيضاء التي تلتهم البكتريا ومواد غريبة أخرى ثم تبتلعها .

Germ cell خلية جرثومية
خلية تكاثرية في كائن عديد الخلايا

Chromatophore خلية صبغية
خلية تحتوي على مادة ملونة . وهي التي تغطي اللوز للعديد من الحيوانات

Neuron خلية عصبية
خلية عصبية ذات زوائد سيتوبلازمية (زوائد شجرية . محاور) . وتفرع بها المؤثرات العصبية

Flame cell خلية لهبية
بوغ من الخلايا الإخراجية المحفوفة الطرية . توجد في لافقاريات معينة . تحتوي على مجموعة من الأهداب الحافطة (شبيبة بالهيب)

pentadactyle خماسي الأصابع
خمس أصابع سواء في اليد أو في القدم

Villus, Villi خلة . حلمات
بروز دقيق أصعبي الشكل . يوجد العديد منها على البطانة المعوية في الفقاريات

Gynandromorph جنثوي
فرد في نوع ثنائي المسكن . جزء من الجسم أنثوي التركيب وجزء آخر ذكري التركيب

Hermaphrodite جنثوي
حيوان به أعضاء تأسل ذكورية وأنثوية

Gill عيشوم
عضو يستخدم في التنفس في الماء

Branchial حيشومي
نسبة إلى الحياشيم

Intracellular داخل الخلايا - خلوى
داخل الخلية

Endothermal داخل الحرارة
تولد الحرارة داخل الجسم ، كما في الطيور والثدييات

Endogenous داخلي النشوء
ينمو أو ينشأ من الداخل

محجر العين

Recent حديث
الحقبة الحالية أو الهولوسينية في الجيولوجيا . قارن بالفرقيات .

Free-living حرة المعيشة
حيوانات غير مثبتة وأيضاً غير طفيلية . قادرة على الحركة والمعيشة المستقلة . قارن بالحيوانات المثنتة

Peristalsis حركة دودية
تقلصات عضلية لا إرادية منتظمة تنتقل عبر عضو مجوف . خاصة القناة الهضمية

Statolith حصة التوازن
حبة كلسية في حويصلة التوازن

Otolith حصة السمع
حصة من أملاح الكالسيوم في الأذن الداخلية للفقاريات أو في عضو السمع لبعض اللاقاريات

Fossil حفري
بقايا لكائن مدفونة في الأرض أو في الصخر نتيجة لموامل طبيعية في العصور الجيولوجية القديمة

Papilla حلمة
أى شكل لحمي ، سواء صغير أو كبير

Crop حوصلة
جزء مسطح رفيع الجدار من القناة الهضمية . يتخزن فيه الطعام بعض الوقت

Follicle حوصلة
كيس أو غلاف خلوى دقيق

Acinus حوصلة
كيس طرق صغير في رنة أو غدة عديدة الخلايا

Alveolus حوصلة مسنخ
تجويف أو نفرة صغيرة . جيب السه ؛ كيس هوائي طرق دقيق في الرئة . وحدة طرفية في غدة حوصلية . فطرة صغيرة في مستحلب

Statocyst حوصلة التوازن
عضو التوازن في بعض اللاقاريات

Vertebrate حيوان فقاري
حيوان له عظم ظهرى مقل أو عمود فقاري . من دائريات القمم إلى الثدييات

Sperms, Spermatozoa حيوانات منوية
خلايا حسة ذكورية ناصجة هائلة أو أمشاج ذكورية

خ

Ectothermal خارجي الحرارة
حيوانات تحصل على الحرارة من البيئة الخارجية ، كما في جميع الحيوانات عدا الطيور والثدييات

Castration عصى
إزالة المائل أو الغدد الجنسية وخاصة في الذكر

Testis, Testes خصية ، خصيات
الغدة الجنسية الذكورية أو المنسل الذي يتكون فيه الحيوانات المنوية

Posterior خلفي

Saprophyte

زئى
كان يعيش على المادة العضوية الميتة

Amnion

رهل
غشاء مزدوج داخلي مملوء، سائل رهل مائى . يحيط بالجنين المتكون فى الزواحف أو الطيور أو الثدييات ، غشاء مفرد مشابه حول الجنين فى الحشرات

Dendrite

رائدة شجرية
رائدة فى الخلية العصبية تنقل المؤثرات إلى جسم الخلية . وهى غالبا متفرعة

Hyaline

رجاجى
رائق أو شبه شفاف

Fin

زعقفة
جزء متمد من الجسم فى حيوانات مائية . يستخدم فى الحركة أو التوجه

Zygote

زيجوت
بيضة مملقة نتج من إندماج مشيجتين من جنسين مختلفين . البيضة والحيوان المئوى

Protandry

السق الذكري
إنتاج الحيوانات المنوية ثم البيض بعد ذلك من نفس السمل

Spore

سبورة (جرلومة)
حلية مغطاة بغطاء قوى . لها القدرة على تكوين فرد جديد

Cellulose

سليلوز
الكربوهيدرات التى تكون جدار الخلية النباتية . يوجد أيضا فى برنس القربيات

Auditory

سمعى
يختص بعضو أو حاسة السمع

Otic

سمعى - أذنى
نسبة إلى الأذن

Flagellum

سوط
جزء متمد محيطى الشكل طويل . له القدرة على التذبذب . يوجد فى الأوليات السوطية وفى الخلايا المطوقة للإسفنجيات

Cytoplasm

سيتوبلازم
الجزء من الخلية خارج النواة وداخل غشاء الخلية

Cytosome

سيتوسوم
أنظر السيتوبلازم

Coelom

سيلوم
تجويف الجسم الذى يقع بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية فى العديد من الحيوانات عديدة الخلايا . وهو مبطن بالبريتون (ميزودرم)

Pseudocoel

سيلوم كاذب
سيلوم كاذب

Suture

دorz
خط اتصال بين عظمتين أو بين جزئين من هيكل خارجى

Carapace

درقة قصعة
القشرة الصلبة للسلاحف والقشريات

Blood

دم
سائل يندور فى الجهاز الوعائى أو النورى لعديد من الحيوانات

Hemal

دموى
نسبة إلى الدم أو الجهاز الوعائى الدموى

Adipose

دهنى
نسبة إلى الدهن

Cirrus, Cirri

ذؤابة، ذؤابات
تركيب أو طرف صغير رقيق . مرد عادة

Ungulates

ذوات الحوافر
حيوانات لها حوافر ، كالغزال والحصان

Unguiculate

ذوات الخناطب
حيوانات لها خناطب ، كالقنط

Biramous

دو فرعين ، ثنائى الفرع
يتركب من فرعين ، كما فى أطراف القشريات

Caudal

ذئلى
نسبة إلى الذئيل أو الجزء الخلفى للجسم

Cephalothorax

رأس صدر
جزء من الجسم يتحد فيه الرأس والصدر معا

Cephalic

رأسى
نسبة إلى الرأس أو تجاه الرأس

Lung

رئة
عضو للتنفس الهوائى

Pulmonary

رئوى
نسبة إلى الرئة

Tetrapod

رباعى الأرجل
حيوان فقارى له أربعة أطراف - البرمائيات ، الزواحف ، الطيور ، والثدييات

Cheliped

رجل كلاية
الطرف الصدرى الأول (كلاية) للجمبرى والقشريات

Uterus

ذوات القرى
رحم
الجزء الخلفى المتسع لقناة البيض ، يحفظ فيه البيض حيث ينقسم ويكون الجنين

Sedimentary

رسوق
فى الجيولوجيا ، صخور متكونة من كربونات الكالسيوم ، طين ، رمل ، أو حصي ، تترسب فى الماء أو فى منخفضات على الأرض ، ثم تبت أو تضغط وتصبح صلبة . تتواجد الحفريات فى مثل هذه الصخور .

تركيب يتجه بعيدا عن نقطة أو مصدر معين . مثل الشبان
الصادر

Pigment

صبغ

Thorax

صدر

الجزء الرئيسى من الحيوان . يلى الرأسى ؛ فى الفقاريات الأوصية
يحاط الصدر بالضلوع

Pectoral

صدرى

نسة إلى منطقة الصدر العليا

Secondary sexual

صفات جنسية ثانوية

characters

الصفات التى غير ذكرها عن أنثى من نفس النوع . ولكن ليس
لهذه الصفات علاقة مباشرة بالذكائر

character, characteristic

صفة . خاصية

صفة مميزة أو خاصية لكائن حى

Dominant character

صفة سائدة

صفة موروثة من أحد الأبوين تظهر فى السُل وتسود على صفة
أخرى (متنحية) من الأب الآخر

Allele, Allelomorph

صفة متضادة

الشكل المتبادل للجنس . له نفس الموضع فى الكروموسومات
المتشابهة . أيضا الصورة المتضادة لصفة صيدلية

Recessive character

صفة متنحية

صفة من أحد الأبوين لا تظهر فى الأبناء عندما تكون مرتبطة
بصفة سائدة من الأب الآخر

Sex-limited character

صفة محددة للجنس

صفة تنتمى لجنس واحد فقط . وهى عادة صفة حسية ثانوية
Sex-linked character صفة مرتبطة بالجنس

Acquired character

صفة مكتسبة

صفة تنشأ خلال حياة فرد إستجابة للبيئة أو لسبب فيسيولوجى
lamella صفيحة

Valve

صمام

تركيب يحصر أو يقفل فتحة فى الحيوانات ؛ ثنيات رقيقة و
الأزودة أو الأوعية اللمفية أو القلب - عضلات دائرية حول

مخرج أنبوى ؛ أيضا الصلصلة الخارجية لحيوان رخوى دى مصراعين
أو للبراكيوبودا أو لبعض القشريات .

Pinna

صوان الأذن - حناج - زعنفه

حناج أو زعنفه أو الجزء البارز أو الخارجى للأذن فى الثدييات

Vestigial

صامر - أثرى

تركيب صغير أو صامر ، وهو يمثل تركيبا كان فى السابق تام
التكوين

Plexus

صفيرة

شبكة من الأعصاب أو الأوعية الدموية المتضفرة

تحويل الجسم غير المبطن بالبريتون . ولا يكون جزءا من
الجهاز الوعائى الدموى . كما فى الحظيات وبعض اللاقطاريات
الأخرى . قارن بالسيلوم والتحويل الدموى .

Siliceous

سيليكى

يحتوى على السيليكا أو ثانى أكسيد الكربون

Retina

ش

شبكة

طبقة حلوية فى العين تحتوى على مستقبلات الحوافز الضوئية
شبه الدهون

Lipoid

دو طبيعة دهنية

Arboreal

يخص بالأشجار أو بالعيش على الأشجار . كالحوانات التى
تقطن الأشجار

Anus

شرح إست

الفتحة الخلفية للفتاة المضمية

Vent

شرح

الفتحة الخارجية للمجمع أو الأمعاء . خاصة فى الفقاريات عدا
الديدان . مثل الطيور والزواحف والإصمك

Cocoon

ضربقة
محفظ واقية تحيط بكتلة من البيض . أو بريقة . أو بعذراء . أو
حيوان بالغ أحيانا

Artery

شريان

وعاء أنبوى ينقل الدم بعيدا عن القلب

Bronchus

شعبة هوائية

أحد فرعى القصبة الهوائية التى تنقل الهواء إلى إحدى الرئتين
شعرة

Hair

عوى غيطى رقيق من حلد الثدييات وعلى الأسطح المعرصة لبعض
مصيليات الأرجل

Capillary

شعيرة

وعاء أنبوى دقيق . يتركب حذاره من طبقة واحدة من الخلايا
الرقيقة حيث يتم الإنشمار خلالها . بصفة عامة فى الشكة
الموصلة بين الشرايين والأوردة

Fascia

شفت

غلاف من نسج صام يعطى عضوا أو يتصل بمصلة
Labial شفوى

Antimere

نسة إلى الشفة

شفة
إحدى القطع العديدة المتشابهة أو المتماثلة التى يتركب منها
جسم الحيوان الشعاعى التماثل

Olfactory

شمى

نسة إلى حاسة الشم

Chaeta, Seta

شوكة

تركيب رفيع صلب كالشعرة الحفنة

Efferent

ص

صادر

عامل أو مسبب، في علم الوراثة يعتبر المسبب الوراثي النوعي
لصفة وراثية، مثل الجين

Sacrum عجز
الجزء الخلفي للعمود الفقاري المتصل بالحزام الحوضي

Haploid العدد الفردي
العدد المفرد أو النصف للكروموسومات (ن) الذي يوجد في
الخلايا الجرثومية الناصحة

Diploid العدد المصاعف - العدد الثنائي
العدد المزدوج أو الجسمي للكروموسومات، وهو العدد العادي
للكروموسومات في جميع الخلايا عدا الخلايا الجرثومية الناصحة
لكائن ما

Polyphyletic عديدة الشعبة
يحمل من أكثر من أصل تطوري

Polyloid عديدة المجموعة الكروموسومية
الكائنات التي تحوي على ثلاثة أمثال العدد الكروموسومي أو
أكثر

Asymmetrical عدم التماثل
بدون تماثل

Anamnia عديمة الزهرل
اللقائيات التي لا يحيط بأجنحتها الزهرل أثناء التكاثر -
مستديرات الدم، الأسماك، والبرمائيات

Nerve عصب
حزمة من الألياف العصبية توجد خارج الجهاز العصبي المركزي

Neural عصبي
نسبة إلى الجهاز العصبي

Brachial عصبدي
نسبة إلى الطرف الأمامي أو الصدري

Abductor عضلة مبعدة
عضلة تسحب جزءا من الجسم أو طرف ما بعيدا عن المحور، أو
تفصل جزءين

Adductor عضلة مقربة
عضلة تسحب جزءا من الجسم تجاه المحور الوسطي. أو تقرب
أجزاء من بعضها البعض

Organ عضو
أى جزء من الحيوان يؤدي وظيفة معينة، وهو مجموعة من الخلايا
أو الأنسجة تعمل كوحدة تخدم غرضا معينا

Effector عضو استجابي
تركيب يحول المؤثرات الحركية إلى فعل حركي

Sense organ عضو حسي
عضو يتجسس على جزء حساس لنوع معين من المؤثرات

Organelles أعضاء صغيرة = عضيات
أجزاء متخصصة في حيوان أو نسيج بوظائف معينة (تماما
كالعصو في الحيوانات عديدة الخلايا)

Ganglion, ganglia عقدة، عقد
مجموعة أو تجمع من أحسام الخلايا العصبية، وهي متباعدة
وتعمل كمركز للتأثير العصبي

ط

Stratum طبقة
طبقة من الخلايا (من الناحية التشريحية) : طبقة من الصخور
الرسوبية (من الناحية الجيولوجية)

Germ layer طبقة جرثومية (جنينية)
تطلق على أية طبقة من الطبقات الأساسية (إكتودرم، إنودرم،
ميزودرم) في جنين مكر حيوان عديد الخلايا، وتتكون منها
أنسجة وأعضاء الحيوان البالغ.

Stratified طبقي
طبقات متتالية من الخلايا. واحدة فوق الأخرى

Tympanum طبلة
عشاء متذبذب، له أهمية في السمع، طبلة الأذن أو غشاء
الطبلة

Genotype طراز جيني
التكوين الوراثي الداخلي لكائن بصرف النظر عن صفاته الخارجية
(قارن بالطراز الظاهري)

Phenotype طراز ظاهري
الشكل الخارجي لفرد دون النظر إلى تركيبه الجيني أو الوراثة
(قارن بالطراز الجيني)

Karyotype طراز نووي
مظهر مجموعة الكروموسومات لخلية حسيمة (الحجم والتشكل
والعدد)

Appendage طرف - زائدة
جزء بارز متحرك في الحيوان عديد الخلايا. ويقوم بوظيفة حركية

Mutation طفرة
تحوير فجائي لصفة وراثية. أيضا تغير في الجين المسئول عن هذه
الصفة.

Parasite طفيل
كائن حي يعيش داخل أو خارج كائن آخر. وهو عادة يعيش
على حساب الكائن الآخر (المائل)

Ectoparasite طفيل خارجي
طفيل يعيش خارج جسم المائل

Enoparasite طفيل داخلي
طفيل يعيش داخل المائل

Epithelium طبلاية
طبقة (أو طبقات) من الخلايا تغطي أو تبطن تجويفا

Molars طواحن
الأسنان الخلفية الدائمة لحيوان ثدي

ع

Dorsal ظهري
نسبة إلى الظهر أو السطح العلوي

Host عائل
كائن يأوي كائنا آخر كطفيل

Factor عامل

الفحة الشبيهة بالقم للجاسترولة	فجوة
acule	فجوة
تجويف صغير جدا داخل الحلية ، يتلاء عادة ب مواد سائلة تتنج من نشاط البروتوبلازم	
Food vacuole	فجوة غذائية
عضو صغير داخل الحلية يختص بالهضم	فرع
Ramus	فرع أو بروز من تركيب
Reflex action	فعل إنعكاسي
فعل ينتج عن حافز حسي وارد لمركز عصبي ، ثم أنعكاسه كحافز حركي صادر ، هذا الفعل ليس له علاقة بالمراكز العصبية العليا أو المخ ، ويعتبر إستجابة آلية لشبه ما	
Vertebra	فقرة
إحدى الوحدات التركيبية العظمية للهيكل المحوري أو العمود الشوكي في الفقاريات .	
Mandible	فك سفلي ، فك أمامي
الفك السفلي في الفقاريات ، الفك الأمامي في مفصليات الأرجل	
Blastomere	فلجة
إحدى الخلايا المبكرة التي تتكون عند أنقسام البويضة	
Nephrostome	فم الغفريدة - فم كلوي
المدخل المهبط للغفريدة أو للأنيبيبة الكلوية ناحية التجويف السيلومي .	
Buccal	فمي
نسبة إلى الفم أو الحدة	
Oral	فمي
نسبة إلى الفم ، أيضا تستخدم بالنسبة للمنطقة القريبة من الفم	
Fauna	فونا
جميع الحيوانات التي تعيش في منطقة معينة ، أو في فترة من الزمن .	
Vitamin	فيتامين
مادة عضوية ، وهي عامل غذائي هام يحتاج إليه الجسم بكميات بسيطة للتمو العادي ولتأدية وظائفه .	
Pheromone	فيرومون
دليل كيميائي ينتقل بين أفراد نفس النوع	
ق	
Prehensile	قابض - ماسك
عضو متحور للقبض أو المسك	
Gizzard	قائمة
جزء عضلي سميك من القناة الهضمية	
Prostomium	قبلقم
القطعة قبل القمية في الحلقيات	
Pseudopodium	قدم كاذب
بروز يتدفق من البروتوبلازم ، يستخدم في الحركة والالتصاق في بعض الأوليات والخلايا .	

Segment	عقلة - قطعة
قطعة مميزة أو منفصلة عن القطع الأخرى ، إحدى القطع المتتابعة	
Ecology	العديدية للجسم أو للظرف
علم البيئة	
يتخصص بدراسة العلاقات بين الكائن الحي وبيئته	
Cervical	عنقي
نسبة إلى عنق	
Ocellus	عين بسيطة
عين صغيرة بسيطة توجد في العديد من اللاقاريات	
Ocular, ophthalmic	عيني
نسبة إلى العين	
غ	
Gland	غدة
عضو للإفراز أو الإفراج	
Endocrine	غدة صماء
غدة لا قبية ، ذات إفراز داخلي (هرمون) ، ينتقل إلى الدم مباشرة	
Ductless gland	غدة لا قبية
غدة تتنج وتفرز هرمونات (إفراز داخلي) مباشرة إلى الدم ، غدة صماء	
Instinct	غريزة ، فطرة
نوع موروث من الأنفعا ، يتحكم بمؤثر معين ، وهو غالبا ذو طبيعة معقدة ، أفضل إنعكاسية متراطة تؤدي إلى نهاية محددة	
Membrane	غشاء
صفحة رقيقة وروحية من الخلايا ، أو من مواد تفرزها الخلايا	
Allantois	غشاء منبary
غشاء جنيني يبرز من المي الخلفي ويقوم بوظيفة التنفس والإخراج في أجنة الزواحف والطيور . ويصبح فيما بعد جزءا من الحبل السري ، ويتحد مع الكورايون ليكون المشيمة في الثدييات .	
Operculum	غطاء
صفحة تغطي الحياشيم في الأسماك العظمية ؛ أيضا الصفحة التي تغطي فحة بعض القواقع .	
ف	
F1, F2, etc	ف ١ ، ف ٢ ، ف ٣ ، ف ٤ ، ف ٥ ، ف ٦ ، ف ٧ ، ف ٨ ، ف ٩ ، ف ١٠ ، ف ١١ ، ف ١٢ ، ف ١٣ ، ف ١٤ ، ف ١٥ ، ف ١٦ ، ف ١٧ ، ف ١٨ ، ف ١٩ ، ف ٢٠ ، ف ٢١ ، ف ٢٢ ، ف ٢٣ ، ف ٢٤ ، ف ٢٥ ، ف ٢٦ ، ف ٢٧ ، ف ٢٨ ، ف ٢٩ ، ف ٣٠ ، ف ٣١ ، ف ٣٢ ، ف ٣٣ ، ف ٣٤ ، ف ٣٥ ، ف ٣٦ ، ف ٣٧ ، ف ٣٨ ، ف ٣٩ ، ف ٤٠ ، ف ٤١ ، ف ٤٢ ، ف ٤٣ ، ف ٤٤ ، ف ٤٥ ، ف ٤٦ ، ف ٤٧ ، ف ٤٨ ، ف ٤٩ ، ف ٥٠ ، ف ٥١ ، ف ٥٢ ، ف ٥٣ ، ف ٥٤ ، ف ٥٥ ، ف ٥٦ ، ف ٥٧ ، ف ٥٨ ، ف ٥٩ ، ف ٦٠ ، ف ٦١ ، ف ٦٢ ، ف ٦٣ ، ف ٦٤ ، ف ٦٥ ، ف ٦٦ ، ف ٦٧ ، ف ٦٨ ، ف ٦٩ ، ف ٧٠ ، ف ٧١ ، ف ٧٢ ، ف ٧٣ ، ف ٧٤ ، ف ٧٥ ، ف ٧٦ ، ف ٧٧ ، ف ٧٨ ، ف ٧٩ ، ف ٨٠ ، ف ٨١ ، ف ٨٢ ، ف ٨٣ ، ف ٨٤ ، ف ٨٥ ، ف ٨٦ ، ف ٨٧ ، ف ٨٨ ، ف ٨٩ ، ف ٩٠ ، ف ٩١ ، ف ٩٢ ، ف ٩٣ ، ف ٩٤ ، ف ٩٥ ، ف ٩٦ ، ف ٩٧ ، ف ٩٨ ، ف ٩٩ ، ف ١٠٠ ، ف ١٠١ ، ف ١٠٢ ، ف ١٠٣ ، ف ١٠٤ ، ف ١٠٥ ، ف ١٠٦ ، ف ١٠٧ ، ف ١٠٨ ، ف ١٠٩ ، ف ١١٠ ، ف ١١١ ، ف ١١٢ ، ف ١١٣ ، ف ١١٤ ، ف ١١٥ ، ف ١١٦ ، ف ١١٧ ، ف ١١٨ ، ف ١١٩ ، ف ١٢٠ ، ف ١٢١ ، ف ١٢٢ ، ف ١٢٣ ، ف ١٢٤ ، ف ١٢٥ ، ف ١٢٦ ، ف ١٢٧ ، ف ١٢٨ ، ف ١٢٩ ، ف ١٣٠ ، ف ١٣١ ، ف ١٣٢ ، ف ١٣٣ ، ف ١٣٤ ، ف ١٣٥ ، ف ١٣٦ ، ف ١٣٧ ، ف ١٣٨ ، ف ١٣٩ ، ف ١٤٠ ، ف ١٤١ ، ف ١٤٢ ، ف ١٤٣ ، ف ١٤٤ ، ف ١٤٥ ، ف ١٤٦ ، ف ١٤٧ ، ف ١٤٨ ، ف ١٤٩ ، ف ١٥٠ ، ف ١٥١ ، ف ١٥٢ ، ف ١٥٣ ، ف ١٥٤ ، ف ١٥٥ ، ف ١٥٦ ، ف ١٥٧ ، ف ١٥٨ ، ف ١٥٩ ، ف ١٦٠ ، ف ١٦١ ، ف ١٦٢ ، ف ١٦٣ ، ف ١٦٤ ، ف ١٦٥ ، ف ١٦٦ ، ف ١٦٧ ، ف ١٦٨ ، ف ١٦٩ ، ف ١٧٠ ، ف ١٧١ ، ف ١٧٢ ، ف ١٧٣ ، ف ١٧٤ ، ف ١٧٥ ، ف ١٧٦ ، ف ١٧٧ ، ف ١٧٨ ، ف ١٧٩ ، ف ١٨٠ ، ف ١٨١ ، ف ١٨٢ ، ف ١٨٣ ، ف ١٨٤ ، ف ١٨٥ ، ف ١٨٦ ، ف ١٨٧ ، ف ١٨٨ ، ف ١٨٩ ، ف ١٩٠ ، ف ١٩١ ، ف ١٩٢ ، ف ١٩٣ ، ف ١٩٤ ، ف ١٩٥ ، ف ١٩٦ ، ف ١٩٧ ، ف ١٩٨ ، ف ١٩٩ ، ف ٢٠٠ ، ف ٢٠١ ، ف ٢٠٢ ، ف ٢٠٣ ، ف ٢٠٤ ، ف ٢٠٥ ، ف ٢٠٦ ، ف ٢٠٧ ، ف ٢٠٨ ، ف ٢٠٩ ، ف ٢١٠ ، ف ٢١١ ، ف ٢١٢ ، ف ٢١٣ ، ف ٢١٤ ، ف ٢١٥ ، ف ٢١٦ ، ف ٢١٧ ، ف ٢١٨ ، ف ٢١٩ ، ف ٢٢٠ ، ف ٢٢١ ، ف ٢٢٢ ، ف ٢٢٣ ، ف ٢٢٤ ، ف ٢٢٥ ، ف ٢٢٦ ، ف ٢٢٧ ، ف ٢٢٨ ، ف ٢٢٩ ، ف ٢٣٠ ، ف ٢٣١ ، ف ٢٣٢ ، ف ٢٣٣ ، ف ٢٣٤ ، ف ٢٣٥ ، ف ٢٣٦ ، ف ٢٣٧ ، ف ٢٣٨ ، ف ٢٣٩ ، ف ٢٤٠ ، ف ٢٤١ ، ف ٢٤٢ ، ف ٢٤٣ ، ف ٢٤٤ ، ف ٢٤٥ ، ف ٢٤٦ ، ف ٢٤٧ ، ف ٢٤٨ ، ف ٢٤٩ ، ف ٢٥٠ ، ف ٢٥١ ، ف ٢٥٢ ، ف ٢٥٣ ، ف ٢٥٤ ، ف ٢٥٥ ، ف ٢٥٦ ، ف ٢٥٧ ، ف ٢٥٨ ، ف ٢٥٩ ، ف ٢٦٠ ، ف ٢٦١ ، ف ٢٦٢ ، ف ٢٦٣ ، ف ٢٦٤ ، ف ٢٦٥ ، ف ٢٦٦ ، ف ٢٦٧ ، ف ٢٦٨ ، ف ٢٦٩ ، ف ٢٧٠ ، ف ٢٧١ ، ف ٢٧٢ ، ف ٢٧٣ ، ف ٢٧٤ ، ف ٢٧٥ ، ف ٢٧٦ ، ف ٢٧٧ ، ف ٢٧٨ ، ف ٢٧٩ ، ف ٢٨٠ ، ف ٢٨١ ، ف ٢٨٢ ، ف ٢٨٣ ، ف ٢٨٤ ، ف ٢٨٥ ، ف ٢٨٦ ، ف ٢٨٧ ، ف ٢٨٨ ، ف ٢٨٩ ، ف ٢٩٠ ، ف ٢٩١ ، ف ٢٩٢ ، ف ٢٩٣ ، ف ٢٩٤ ، ف ٢٩٥ ، ف ٢٩٦ ، ف ٢٩٧ ، ف ٢٩٨ ، ف ٢٩٩ ، ف ٣٠٠ ، ف ٣٠١ ، ف ٣٠٢ ، ف ٣٠٣ ، ف ٣٠٤ ، ف ٣٠٥ ، ف ٣٠٦ ، ف ٣٠٧ ، ف ٣٠٨ ، ف ٣٠٩ ، ف ٣١٠ ، ف ٣١١ ، ف ٣١٢ ، ف ٣١٣ ، ف ٣١٤ ، ف ٣١٥ ، ف ٣١٦ ، ف ٣١٧ ، ف ٣١٨ ، ف ٣١٩ ، ف ٣٢٠ ، ف ٣٢١ ، ف ٣٢٢ ، ف ٣٢٣ ، ف ٣٢٤ ، ف ٣٢٥ ، ف ٣٢٦ ، ف ٣٢٧ ، ف ٣٢٨ ، ف ٣٢٩ ، ف ٣٣٠ ، ف ٣٣١ ، ف ٣٣٢ ، ف ٣٣٣ ، ف ٣٣٤ ، ف ٣٣٥ ، ف ٣٣٦ ، ف ٣٣٧ ، ف ٣٣٨ ، ف ٣٣٩ ، ف ٣٤٠ ، ف ٣٤١ ، ف ٣٤٢ ، ف ٣٤٣ ، ف ٣٤٤ ، ف ٣٤٥ ، ف ٣٤٦ ، ف ٣٤٧ ، ف ٣٤٨ ، ف ٣٤٩ ، ف ٣٥٠ ، ف ٣٥١ ، ف ٣٥٢ ، ف ٣٥٣ ، ف ٣٥٤ ، ف ٣٥٥ ، ف ٣٥٦ ، ف ٣٥٧ ، ف ٣٥٨ ، ف ٣٥٩ ، ف ٣٦٠ ، ف ٣٦١ ، ف ٣٦٢ ، ف ٣٦٣ ، ف ٣٦٤ ، ف ٣٦٥ ، ف ٣٦٦ ، ف ٣٦٧ ، ف ٣٦٨ ، ف ٣٦٩ ، ف ٣٧٠ ، ف ٣٧١ ، ف ٣٧٢ ، ف ٣٧٣ ، ف ٣٧٤ ، ف ٣٧٥ ، ف ٣٧٦ ، ف ٣٧٧ ، ف ٣٧٨ ، ف ٣٧٩ ، ف ٣٨٠ ، ف ٣٨١ ، ف ٣٨٢ ، ف ٣٨٣ ، ف ٣٨٤ ، ف ٣٨٥ ، ف ٣٨٦ ، ف ٣٨٧ ، ف ٣٨٨ ، ف ٣٨٩ ، ف ٣٩٠ ، ف ٣٩١ ، ف ٣٩٢ ، ف ٣٩٣ ، ف ٣٩٤ ، ف ٣٩٥ ، ف ٣٩٦ ، ف ٣٩٧ ، ف ٣٩٨ ، ف ٣٩٩ ، ف ٤٠٠ ، ف ٤٠١ ، ف ٤٠٢ ، ف ٤٠٣ ، ف ٤٠٤ ، ف ٤٠٥ ، ف ٤٠٦ ، ف ٤٠٧ ، ف ٤٠٨ ، ف ٤٠٩ ، ف ٤١٠ ، ف ٤١١ ، ف ٤١٢ ، ف ٤١٣ ، ف ٤١٤ ، ف ٤١٥ ، ف ٤١٦ ، ف ٤١٧ ، ف ٤١٨ ، ف ٤١٩ ، ف ٤٢٠ ، ف ٤٢١ ، ف ٤٢٢ ، ف ٤٢٣ ، ف ٤٢٤ ، ف ٤٢٥ ، ف ٤٢٦ ، ف ٤٢٧ ، ف ٤٢٨ ، ف ٤٢٩ ، ف ٤٣٠ ، ف ٤٣١ ، ف ٤٣٢ ، ف ٤٣٣ ، ف ٤٣٤ ، ف ٤٣٥ ، ف ٤٣٦ ، ف ٤٣٧ ، ف ٤٣٨ ، ف ٤٣٩ ، ف ٤٤٠ ، ف ٤٤١ ، ف ٤٤٢ ، ف ٤٤٣ ، ف ٤٤٤ ، ف ٤٤٥ ، ف ٤٤٦ ، ف ٤٤٧ ، ف ٤٤٨ ، ف ٤٤٩ ، ف ٤٥٠ ، ف ٤٥١ ، ف ٤٥٢ ، ف ٤٥٣ ، ف ٤٥٤ ، ف ٤٥٥ ، ف ٤٥٦ ، ف ٤٥٧ ، ف ٤٥٨ ، ف ٤٥٩ ، ف ٤٦٠ ، ف ٤٦١ ، ف ٤٦٢ ، ف ٤٦٣ ، ف ٤٦٤ ، ف ٤٦٥ ، ف ٤٦٦ ، ف ٤٦٧ ، ف ٤٦٨ ، ف ٤٦٩ ، ف ٤٧٠ ، ف ٤٧١ ، ف ٤٧٢ ، ف ٤٧٣ ، ف ٤٧٤ ، ف ٤٧٥ ، ف ٤٧٦ ، ف ٤٧٧ ، ف ٤٧٨ ، ف ٤٧٩ ، ف ٤٨٠ ، ف ٤٨١ ، ف ٤٨٢ ، ف ٤٨٣ ، ف ٤٨٤ ، ف ٤٨٥ ، ف ٤٨٦ ، ف ٤٨٧ ، ف ٤٨٨ ، ف ٤٨٩ ، ف ٤٩٠ ، ف ٤٩١ ، ف ٤٩٢ ، ف ٤٩٣ ، ف ٤٩٤ ، ف ٤٩٥ ، ف ٤٩٦ ، ف ٤٩٧ ، ف ٤٩٨ ، ف ٤٩٩ ، ف ٥٠٠ ، ف ٥٠١ ، ف ٥٠٢ ، ف ٥٠٣ ، ف ٥٠٤ ، ف ٥٠٥ ، ف ٥٠٦ ، ف ٥٠٧ ، ف ٥٠٨ ، ف ٥٠٩ ، ف ٥١٠ ، ف ٥١١ ، ف ٥١٢ ، ف ٥١٣ ، ف ٥١٤ ، ف ٥١٥ ، ف ٥١٦ ، ف ٥١٧ ، ف ٥١٨ ، ف ٥١٩ ، ف ٥٢٠ ، ف ٥٢١ ، ف ٥٢٢ ، ف ٥٢٣ ، ف ٥٢٤ ، ف ٥٢٥ ، ف ٥٢٦ ، ف ٥٢٧ ، ف ٥٢٨ ، ف ٥٢٩ ، ف ٥٣٠ ، ف ٥٣١ ، ف ٥٣٢ ، ف ٥٣٣ ، ف ٥٣٤ ، ف ٥٣٥ ، ف ٥٣٦ ، ف ٥٣٧ ، ف ٥٣٨ ، ف ٥٣٩ ، ف ٥٤٠ ، ف ٥٤١ ، ف ٥٤٢ ، ف ٥٤٣ ، ف ٥٤٤ ، ف ٥٤٥ ، ف ٥٤٦ ، ف ٥٤٧ ، ف ٥٤٨ ، ف ٥٤٩ ، ف ٥٥٠ ، ف ٥٥١ ، ف ٥٥٢ ، ف ٥٥٣ ، ف ٥٥٤ ، ف ٥٥٥ ، ف ٥٥٦ ، ف ٥٥٧ ، ف ٥٥٨ ، ف ٥٥٩ ، ف ٥٦٠ ، ف ٥٦١ ، ف ٥٦٢ ، ف ٥٦٣ ، ف ٥٦٤ ، ف ٥٦٥ ، ف ٥٦٦ ، ف ٥٦٧ ، ف ٥٦٨ ، ف ٥٦٩ ، ف ٥٧٠ ، ف ٥٧١ ، ف ٥٧٢ ، ف ٥٧٣ ، ف ٥٧٤ ، ف ٥٧٥ ، ف ٥٧٦ ، ف ٥٧٧ ، ف ٥٧٨ ، ف ٥٧٩ ، ف ٥٨٠ ، ف ٥٨١ ، ف ٥٨٢ ، ف ٥٨٣ ، ف ٥٨٤ ، ف ٥٨٥ ، ف ٥٨٦ ، ف ٥٨٧ ، ف ٥٨٨ ، ف ٥٨٩ ، ف ٥٩٠ ، ف ٥٩١ ، ف ٥٩٢ ، ف ٥٩٣ ، ف ٥٩٤ ، ف ٥٩٥ ، ف ٥٩٦ ، ف ٥٩٧ ، ف ٥٩٨ ، ف ٥٩٩ ، ف ٦٠٠ ، ف ٦٠١ ، ف ٦٠٢ ، ف ٦٠٣ ، ف ٦٠٤ ، ف ٦٠٥ ، ف ٦٠٦ ، ف ٦٠٧ ، ف ٦٠٨ ، ف ٦٠٩ ، ف ٦١٠ ، ف ٦١١ ، ف ٦١٢ ، ف ٦١٣ ، ف ٦١٤ ، ف ٦١٥ ، ف ٦١٦ ، ف ٦١٧ ، ف ٦١٨ ، ف ٦١٩ ، ف ٦٢٠ ، ف ٦٢١ ، ف ٦٢٢ ، ف ٦٢٣ ، ف ٦٢٤ ، ف ٦٢٥ ، ف ٦٢٦ ، ف ٦٢٧ ، ف ٦٢٨ ، ف ٦٢٩ ، ف ٦٣٠ ، ف ٦٣١ ، ف ٦٣٢ ، ف ٦٣٣ ، ف ٦٣٤ ، ف ٦٣٥ ، ف ٦٣٦ ، ف ٦٣٧ ، ف ٦٣٨ ، ف ٦٣٩ ، ف ٦٤٠ ، ف ٦٤١ ، ف ٦٤٢ ، ف ٦٤٣ ، ف ٦٤٤ ، ف ٦٤٥ ، ف ٦٤٦ ، ف ٦٤٧ ، ف ٦٤٨ ، ف ٦٤٩ ، ف ٦٥٠ ، ف ٦٥١ ، ف ٦٥٢ ، ف ٦٥٣ ، ف ٦٥٤ ، ف ٦٥٥ ، ف ٦٥٦ ، ف ٦٥٧ ، ف ٦٥٨ ، ف ٦٥٩ ، ف ٦٦٠ ، ف ٦٦١ ، ف ٦٦٢ ، ف ٦٦٣ ، ف ٦٦٤ ، ف ٦٦٥ ، ف ٦٦٦ ، ف ٦٦٧ ، ف ٦٦٨ ، ف ٦٦٩ ، ف ٦٧٠ ، ف ٦٧١ ، ف ٦٧٢ ، ف ٦٧٣ ، ف ٦٧٤ ، ف ٦٧٥ ، ف ٦٧٦ ، ف ٦٧٧ ، ف ٦٧٨ ، ف ٦٧٩ ، ف ٦٨٠ ، ف ٦٨١ ، ف ٦٨٢ ، ف ٦٨٣ ، ف ٦٨٤ ، ف ٦٨٥ ، ف ٦٨٦ ، ف ٦٨٧ ، ف ٦٨٨ ، ف ٦٨٩ ، ف ٦٩٠ ، ف ٦٩١ ، ف ٦٩٢ ، ف ٦٩٣ ، ف ٦٩٤ ، ف ٦٩٥ ، ف ٦٩٦ ، ف ٦٩٧ ، ف ٦٩٨ ، ف ٦٩٩ ، ف ٧٠٠ ، ف ٧٠١ ، ف ٧٠٢ ، ف ٧٠٣ ، ف ٧٠٤ ، ف ٧٠٥ ، ف ٧٠٦ ، ف ٧٠٧ ، ف ٧٠٨ ، ف ٧٠٩ ، ف ٧١٠ ، ف ٧١١ ، ف ٧١٢ ، ف ٧١٣ ، ف ٧١٤ ، ف ٧١٥ ، ف ٧١٦ ، ف ٧١٧ ، ف ٧١٨ ، ف ٧١٩ ، ف ٧٢٠ ، ف ٧٢١ ، ف ٧٢٢ ، ف ٧٢٣ ، ف ٧٢٤ ، ف ٧٢٥ ، ف ٧٢٦ ، ف ٧٢٧ ، ف ٧٢٨ ، ف ٧٢٩ ، ف ٧٣٠ ، ف ٧٣١ ، ف ٧٣٢ ، ف ٧٣٣ ، ف ٧٣٤ ، ف ٧٣٥ ، ف ٧٣٦ ، ف ٧٣٧ ، ف ٧٣٨ ، ف ٧٣٩ ، ف ٧٤٠ ، ف ٧٤١ ، ف ٧٤٢ ، ف ٧٤٣ ، ف ٧٤٤ ، ف ٧٤٥ ، ف ٧٤٦ ، ف ٧٤٧ ، ف ٧٤٨ ، ف ٧٤٩ ، ف ٧٥٠ ، ف ٧٥١ ، ف ٧٥٢ ، ف ٧٥٣ ، ف ٧٥٤ ، ف ٧٥٥ ، ف ٧٥٦ ، ف ٧٥٧ ، ف ٧٥٨ ، ف ٧٥٩ ، ف ٧٦٠ ، ف ٧٦١ ، ف ٧٦٢ ، ف ٧٦٣ ، ف ٧٦٤ ، ف ٧٦٥ ، ف ٧٦٦ ، ف ٧٦٧ ، ف ٧٦٨ ، ف ٧٦٩ ، ف ٧٧٠ ، ف ٧٧١ ، ف ٧٧٢ ، ف ٧٧٣ ، ف ٧٧٤ ، ف ٧٧٥ ، ف ٧٧٦ ، ف ٧٧٧ ، ف ٧٧٨ ، ف ٧٧٩ ، ف ٧٨٠ ، ف ٧٨١ ، ف ٧٨٢ ، ف ٧٨٣ ، ف ٧٨٤ ، ف ٧٨٥ ، ف ٧٨٦ ، ف ٧٨٧ ، ف ٧٨٨ ، ف ٧٨٩ ، ف ٧٩٠ ، ف ٧٩١ ، ف ٧٩٢ ، ف ٧٩٣ ، ف ٧٩٤ ، ف ٧٩٥ ، ف ٧٩٦ ، ف ٧٩٧ ، ف ٧٩٨ ، ف ٧٩٩ ، ف ٨٠٠ ، ف ٨٠١ ، ف ٨٠٢ ، ف ٨٠٣ ، ف ٨٠٤ ، ف ٨٠٥ ، ف ٨٠٦ ، ف ٨٠٧ ، ف ٨٠٨ ، ف ٨٠٩ ، ف ٨١٠ ، ف ٨١١ ، ف ٨١٢ ، ف ٨١٣ ، ف ٨١٤ ، ف ٨١٥ ، ف ٨١٦ ، ف ٨١٧ ، ف ٨١٨ ، ف ٨١٩ ، ف ٨٢٠ ، ف ٨٢١ ، ف ٨٢٢ ، ف ٨٢٣ ، ف ٨٢٤ ، ف ٨٢٥ ، ف ٨٢٦ ، ف ٨٢٧ ، ف ٨٢٨ ، ف ٨٢٩ ، ف ٨٣٠ ، ف ٨٣١ ، ف ٨٣٢ ، ف ٨٣٣ ، ف ٨٣٤ ، ف ٨٣٥ ، ف ٨٣٦ ، ف ٨٣٧ ، ف ٨٣٨ ، ف ٨٣٩ ، ف ٨٤٠ ، ف ٨٤١ ، ف ٨٤٢ ، ف ٨٤٣ ، ف ٨٤٤ ، ف ٨٤٥ ، ف ٨٤٦ ، ف ٨٤٧ ، ف ٨٤٨ ، ف ٨٤٩ ، ف ٨٥٠ ، ف ٨٥١ ، ف ٨٥٢ ، ف ٨٥٣ ، ف ٨٥٤ ، ف ٨٥٥ ، ف ٨٥٦ ، ف ٨٥٧ ، ف ٨٥٨ ، ف ٨٥٩ ، ف ٨٦٠ ، ف ٨٦١ ، ف ٨٦٢ ، ف ٨٦٣ ، ف ٨٦٤ ، ف ٨٦٥ ، ف ٨٦٦ ، ف ٨٦٧ ، ف ٨٦٨ ، ف ٨٦٩ ، ف ٨٧٠ ، ف ٨٧١ ، ف ٨٧٢ ، ف ٨٧٣ ، ف ٨٧٤ ، ف ٨٧٥ ، ف ٨٧٦ ، ف ٨٧٧ ، ف ٨٧٨ ، ف ٨٧٩ ، ف ٨٨٠ ، ف ٨٨١ ، ف ٨٨٢ ، ف ٨٨٣ ، ف ٨٨٤ ، ف ٨٨٥ ، ف ٨٨٦ ، ف ٨٨٧ ، ف ٨٨٨ ، ف ٨٨٩ ، ف ٨٩٠ ، ف ٨٩١ ، ف ٨٩٢ ، ف ٨٩٣ ، ف ٨٩٤ ، ف ٨٩٥ ، ف ٨٩٦ ، ف ٨٩٧ ، ف ٨٩٨ ، ف ٨٩٩ ، ف ٩٠٠ ، ف ٩٠١ ، ف ٩٠٢ ، ف ٩٠٣ ، ف ٩٠٤ ، ف ٩٠٥ ، ف ٩٠٦ ، ف ٩٠٧ ، ف ٩٠٨ ، ف ٩٠٩ ، ف ٩١٠ ، ف ٩١١ ، ف ٩١٢ ، ف ٩١٣ ، ف ٩١٤ ، ف ٩١٥ ، ف ٩١٦ ، ف ٩١٧ ، ف ٩١٨ ، ف ٩١٩ ، ف ٩٢٠ ، ف ٩٢١ ، ف ٩٢٢ ، ف ٩٢٣ ، ف ٩٢٤ ، ف ٩٢٥ ، ف ٩٢٦ ، ف ٩٢٧ ، ف ٩٢٨ ، ف ٩٢٩ ، ف ٩٣٠ ، ف ٩٣١ ، ف ٩٣٢ ، ف ٩٣٣ ، ف ٩٣٤ ، ف ٩٣٥ ، ف ٩٣٦ ، ف ٩٣٧ ، ف ٩٣٨ ، ف ٩٣٩ ، ف ٩٤٠ ، ف ٩٤١ ، ف ٩٤٢ ، ف ٩٤٣ ، ف ٩٤٤ ، ف ٩٤٥ ، ف ٩٤٦ ، ف ٩٤٧ ، ف ٩٤٨ ، ف ٩٤٩ ، ف ٩٥٠ ، ف ٩٥١ ، ف ٩٥٢ ، ف ٩٥٣ ، ف ٩٥٤ ، ف ٩٥٥ ، ف ٩٥٦ ، ف ٩٥٧ ، ف ٩٥٨ ، ف ٩٥٩ ، ف ٩٦٠ ، ف ٩٦١ ، ف ٩٦٢ ، ف ٩٦٣ ، ف ٩٦٤ ، ف ٩٦٥ ، ف ٩٦٦ ، ف ٩٦٧ ، ف ٩٦٨ ، ف ٩٦٩ ، ف ٩٧٠ ، ف ٩٧١ ، ف ٩٧٢ ، ف ٩٧٣ ، ف ٩٧٤ ، ف ٩٧٥ ، ف ٩٧٦ ، ف ٩٧٧ ، ف ٩٧٨ ، ف ٩٧٩ ، ف ٩٨٠ ، ف ٩٨١ ، ف ٩٨٢ ، ف ٩٨٣ ، ف ٩٨٤ ، ف ٩٨٥ ، ف ٩٨٦ ، ف ٩٨٧ ، ف ٩٨٨ ، ف ٩٨٩ ، ف ٩٩٠ ، ف ٩٩١ ، ف ٩٩٢ ، ف ٩٩٣ ، ف ٩٩٤ ، ف ٩٩٥ ، ف ٩٩٦ ، ف ٩٩٧ ، ف ٩٩٨ ، ف ٩٩٩ ، ف ١٠٠٠ ، ف ١٠٠١ ، ف ١٠٠٢ ، ف ١٠٠٣ ، ف ١٠٠٤ ، ف ١٠٠٥ ، ف ١٠٠٦ ، ف ١٠٠٧ ، ف ١٠٠٨ ، ف ١٠٠٩ ، ف ١٠١٠ ، ف ١٠١١ ، ف ١٠١٢ ، ف ١٠١٣ ، ف ١٠١٤ ، ف ١٠١٥ ، ف ١٠١٦ ، ف ١٠١٧ ، ف ١٠١٨ ، ف ١٠١٩ ، ف ١٠٢٠ ، ف ١٠٢١ ، ف ١٠٢٢ ، ف ١٠٢٣ ، ف ١٠٢٤ ، ف ١٠٢٥ ، ف ١٠٢٦ ، ف ١٠٢٧ ، ف ١٠٢٨ ، ف ١٠٢٩ ، ف ١٠٣٠ ، ف ١٠٣١ ، ف ١٠٣٢ ، ف ١٠٣٣ ، ف ١٠٣٤ ، ف ١٠٣٥ ، ف ١٠٣٦ ، ف ١٠٣٧ ، ف ١٠٣٨ ، ف ١٠٣٩ ، ف ١٠٤٠ ، ف ١٠٤١ ، ف ١٠٤٢ ، ف ١٠٤٣ ، ف ١٠٤٤ ، ف ١٠٤٥ ، ف ١٠٤٦ ، ف ١٠٤٧ ، ف ١٠٤٨ ، ف ١٠٤٩ ، ف ١٠٥٠ ، ف ١٠٥١ ، ف ١٠٥٢ ، ف ١٠٥٣ ، ف ١٠٥٤ ، ف ١٠٥٥ ، ف ١٠٥٦ ، ف ١٠٥٧ ، ف ١٠٥٨ ، ف ١٠٥٩ ، ف ١٠٦٠ ، ف ١٠٦١ ، ف ١٠٦٢ ، ف ١٠٦٣ ، ف ١٠٦٤ ، ف ١٠٦٥ ، ف ١٠٦٦ ، ف ١٠٦٧ ، ف ١٠٦٨ ، ف ١٠٦٩ ، ف ١٠٧٠ ، ف ١٠٧١ ، ف ١٠٧٢ ، ف ١٠٧٣ ، ف ١٠٧٤ ، ف ١٠٧٥ ، ف ١٠٧٦ ، ف ١٠٧٧ ، ف ١٠٧٨ ، ف ١٠٧٩ ، ف ١٠٨٠ ، ف ١٠٨١ ، ف ١٠٨٢ ، ف ١٠٨٣ ، ف ١٠٨٤ ، ف ١٠٨٥ ، ف ١٠٨٦ ، ف ١٠٨٧ ، ف ١٠٨٨ ، ف ١٠٨٩ ، ف ١٠٩٠ ، ف ١٠٩١ ، ف ١٠٩٢ ، ف ١٠٩٣ ، ف ١٠٩٤ ، ف ١٠٩٥ ، ف ١٠٩٦ ، ف ١٠٩٧ ، ف ١٠٩٨ ، ف ١٠٩٩ ، ف ١١٠٠ ، ف ١١٠١ ، ف ١١٠٢ ، ف ١١٠٣ ، ف ١١٠٤ ، ف ١١٠٥ ، ف ١١٠٦ ، ف ١١٠٧ ، ف ١١٠٨ ، ف ١١٠٩ ، ف ١١١٠ ، ف ١١١١ ، ف ١١١٢ ، ف ١١١٣ ، ف ١١١٤ ، ف ١١١٥ ، ف ١١١٦ ، ف ١١١٧ ، ف ١١١٨ ، ف ١١١٩ ، ف ١١٢٠ ، ف ١١٢١ ، ف ١١٢٢ ، ف ١١٢٣ ، ف ١١٢٤ ، ف ١١٢٥ ، ف ١١٢٦ ، ف ١١٢٧ ، ف ١١٢٨ ، ف ١١٢٩ ، ف ١١٣٠ ، ف ١١٣١ ، ف ١١٣٢ ، ف ١١٣٣ ، ف ١١٣٤ ، ف ١١٣٥ ، ف ١١٣٦ ، ف ١١٣٧ ، ف ١١٣٨ ، ف ١١٣٩ ، ف ١١٤٠ ، ف ١١٤١ ، ف ١١٤٢ ، ف ١١٤٣ ، ف ١١٤٤ ، ف ١١٤٥ ، ف ١١٤٦ ، ف ١١٤٧ ، ف ١١٤٨ ، ف ١١٤٩ ، ف ١١٥٠ ، ف ١١٥١ ، ف ١١٥٢ ، ف ١١٥٣ ، ف ١١٥٤ ، ف ١١٥٥ ، ف ١

القاذفة .
Efferent ductules قنوات صادرة
 قنوات قصيرة تحمل الحيوانات المائية من الخصية إلى القناة المائلة
Coelomducts قنوات سيلومية
 قنوات تنشأ من المبرودره . تنقل الامشاج أو النواتج الإخراجية (أو كليهما) من السيلوم إلى الخارج
Aortic arch قوس أورطي
 شريان كبير ينشأ من القلب في الفقاريات - احد الشرايين المزدوجة الموصلة بين الأورطي الطوي والأورطي الطهري في منطقة اللعوم أو الحياض
 ن
Organism كائن حي
 نبات أو حيوان . يعمل كوحدة
Calory كالوري
 وحدة حرارية الكالوري الصغر هو كمية الحرارة التي ترفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة
 الكالوري الكبير هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (عدد درجة ١٥)
Hepatic كبدي
 نسبة إلى الكبد
Glomerulus كـمـجـع
 كتلة صغيرة مستديرة من الأوعية . شبكة من الشعيرات في كرية كلوية
Epiphysis كـرـدوس حـمـصـوري
 الجزء الطرفي أو الخارجي من العظم الذي يتعظم منفصلاً .
 أيضاً الحسب الضوئوي وهو بروز طهري من الملح البني في الفقاريات
Chromatin كـروماتين
 المادة التي تصنع بسهولة بلون داكن في نواة الخلية . تظهر بوضوح والشبكة النووية وفي الكروموسومات عند الانقسام عبر المياشر
Chromosomes كـروموسومات
 أحسام مميزة تنقل الصيغ بنسبة . تتكون من الكروماتين في نواة الخلية أثناء الانقسام عبر المياشر . وهي التي تحمل الجينات أو العوامل الوراثية .
X, Y chromosomes كـروموسومات X, Y
 كروموسومات لها علاقة بالجنس في العديد من الحيوانات
Sex chromosomes كـروموسومات الجنس
 كروموسومات خاصة . تختلف في الذكر عنها في الأنثى ، وهي تخص بتحديد الجنس . كروموسومات Y, X
Homologous chromosomes كـروموسومات متشابهة التركيب
 زوج من الكروموسومات لهما تركيب متشابه نسبياً ، كل كروموسوم من أحد الأبوين .

Blastodisc قرص جنيني
 المنطقة الجرثومية في البيضة الغنية بالبح . التي تكون الجنين
Antenna قرن أمشعاري
 رائدة حسية . خاصة في مفصليات القدم . لا تختص بالإحساس بالصوت أو الإبصار
Chelicera قرن كلاقي
 أحد الأزواج الأمامية من الأطراف في العنكبوتيات . مثل العنكبوت والمقرب وسرطان حدوة الحصان
Cornified قرني
 صلب أو قرني الشكل . مثل الكالو على الجلد . الظفر . الغلب . منقار الطائر . الخ .
Cornea قرنية
 الغلاف الخارجي الشفاف للعين
Proximal قريب
 قريب نسبياً من مكان اتصال أو مركز الجسم . عكس بعيد
Cortex قشرة
 الطبقة الخارجية أو العظائية لتركيب ما
Trachea قصبة هوائية
 أنبوبة هوائية . القصبة الهوائية للفقاريات الأرضية تمتد من الزمزار إلى الرئتين ؛ جزء من الجهاز التنفسي للحشرات وبعض مفصليات القدم .
Penis قضيب
 العضو التناسلي للذكور . يقوم بنقل الحيوانات المائية للمجرى التناسلي للأنثى
Metamere قطعة - عقلة
 أي من أجزاء الجسم المتشابهة والمتتالية . كما في الحلقيات . مفصليات القدم . أو الحلقيات - قطعة حسمية
Pleuron قطعة جانبية
 صفيحة جانبية توجد على كل جانب من جانبي العقلة في مفصليات القدم .
Somite قطعة حسمية
 إحدى القطع المتتالية . أو القطع المتشابهة للجسم .
Myomere قطعة عضلية
 قطعة أو عقلة عضلية
Cardiac قلبي
 نسبة إلى القلب أو القريب من القلب
Apical قمبي
 عند القمة ، كما في التركيب مخروطي
Duct قناة
 أنبوية تستخدم في نقل سائل أو نواتج أبضية أخرى . أو إفراز من الغدد ؛ وتفتح على السطح أو في حجرة كبيرة .
Eustachian tube قناة إستاكوس
 يمر بين اللعوم والأذن الوسطى في الفقاريات الأرضية
Oviduct قناة البيض
 القناة التي تنقل البيض من المبيض إلى الرحم أو إلى الخارج
Ductus deferens قناة ناقلة
 قناة مبنية تمتد من القنيات الصادرة إلى الجمع أو القناة

Tactile	لمس نسيبة إلى أعضاء اللمس أو حاسة اللمس
Lymph	لمف سائل دموي عديم اللون (بدون كريات دم حمراء) . يوجد بين الأنسجة وفي الشعيرات أو الأوعية اللمفية .
Lophophore	لوفوفور نوع قبيب من منطقة القدم ويحمل لأراس مجوفة . يوجد في بعض اللاقناريات .
Fiber	ليف حزء يغطي الشكل رقيق من نسيج ما
Nocturnal	ليل النشاط نشاط ليل
Fibril	ليفه ليفه صغيرة
Aquatic	مائي نسبة إلى الماء أو العيشة في الماء
Mucous	مادة مخاطية مادة لزجة تفرز من خلايا مخاطية أو غد مخاطية أو غشاء مخاطي
Solute	مادة مذابة مادة تذوب في محلول . كالملح في الماء
Ovary	مبيض عضو ينتج خلايا بيضية ويعدنها
Heterozygote	متباين الصفات فرد يتكون من اندماج خليتين جراثيميتين تحتويان على جينات متباينة لصفة معينة . وكلا الجينات من زوج متضاد أو من سلسلة متضادة . قارن مع متماثل الصفات
Specialized	متخصص غير بدائي . يتطور في التركيب أو الوظيفة لأداء غرض معين أو أسلوب معين للحياة .
Scansorial	متسلق نسبة إلى التسلق أو التحور للتسلق
Homologous	متشابه التركيب تشابه في الأصل والتركيب والتكوين الجنيني من أصل بدائي
Poikilothermal	متغير الحرارة درجة حرارة الجسم متغيرة . مميزة لجميع الحيوانات عدا الطيور والتدييات
Convergent	مقارب المقارب من بعض ، أو الميل تجاه نقطة مشتركة
Homozygote	متماثل الصفات فرد ينتج من اندماج خليتين جراثيميتين تحتوي على جينات متشابهة لصفة معينة . قارن مع متباين الصفات
Omnivorous	متنوع الغذاء حيوان يتغذى على جميع أنواع الغذاء . سواء حيوانية أو نباتية .
Bladder	مثانة

Chromomere	كرومومير أجزاء كثيفة داكنة من الكروموسوم
Corpuscle	كوية تركيب صغير أو دقيق . أو خلية سائبة أو متصلة . مثل كوية الدم أو كوية العظم
Leukocyte	كوية دم بيضاء خلية دم بيضاء .
Erythrocyte	كوية دم حمراء خلية دم حمراء . وهي مميزة للفقاريات
Lymphocyte	كوية لمفية كوية دم بيضاء لها نواة كبيرة غير مفصصة وغير محبة . توجد في الأوعية الدموية واللمفاوية
Calcareous	كلسي يتكون من أو يتحوى على كربونات الكالسيوم .
Chlorophyll	كلوروفيل صبغ أخضر في النباتات وبعض الحيوانات . يختص بعملية التمثيل الضوئي
Renal	كلوي نسبة إلى الكلية
Chorion	كوريون الغشاء المزدوج الخارجي الذي يحيط بتخبي الرواحف والطور والتدييات ، في الثدييات يتحد مع الغشاء المباني ليكون المشيمة ؛ الغشاء الخارجي لبيضة الحشرة .
Chitin	كيتين كربوهيدرات تركيبية تفرز في الهيكل الخارجي لفصليات القدم وبعض الحيوانات الأخرى .
Bursa	كيس جيب أو كيس . مثل كيس المفصل
Cyst	كيسة حوصلة غطاء واقى مقاوم . يتكون حول حيوان أولى أو كان صغير أثناء التكاثر أو عندما تسوء الأحوال البيئية ، وهو على شكل كيس صغير أو محفظة .

ل

Asexual	لا جنسي لا علاقة له بالجنس . لا يتضمن أمشاجا أو اتحاد أنوثتها
Invertebrate	لا فقاري أى حيوان بدون عمود ظهري من الفقرات ؛ من الأوليات إلى السليم .
Aboral	لا فمى بعيد عن الفم
Tentacle	لائمة طرف طويل مرن ، يوجد عادة بالقرب من الفم
Lingual	لساني نسبة إلى اللسان
Salivary	لغابي نسبة إلى غدد الفم التي تفرز اللعاب

Mesentery	مساريقا
	صفحة سيجية تتعلق بها أعضاء في تحويف الجسم ، وهي متصلة بالبريتون المثل للتحويف
Pathogenic	مسبب للمرض
	يسبب أو يحدث المرض
Colony	مستعمرة
	مجموعة من الكائنات من نفس النوع تعيش مع بعضها البعض . معيشة جماعية . على العكس معيشة انفرادية
Receptor	مستقبل
	هابة عصبية حرة أو عصو حي . له القدرة على استقبال مؤثرات بيئية معينة وتحويلها إلى حوافز عصبية حسية
Rectum	مستقيم
	الجزء الواسع الأخير من القناة الهضمية
Synapse	مشبك عصبي
	موضع اتصال حلية عصبية بأخرى . تنقل خلاله الحوافز العصبية
Plantigrade	متى على الأخص
	المتى على إحص القدم . كما في الإنسان أو الدب
Digitigrade	متى على الأصابع
	المتى على الأصابع
Placenta	مشيمة
	عصو اتصال الحين برحم الأم في الثدييات العليا . يتم عن طريقه انتقال المواد إلى الحين لعمليات الأيض . أنظر الكوربون
Serum	مصل
	بلازما الدم بعد انفصالها عن الخبطة ، لا تحتوي على خلايا أو فيبرين
Serous	مصل
	إفراز مصل مائي عديم اللون . كما في عدة أو عشاء مصل
Homology	مضاهاة
	تشابه في التركيب
	تتشابه في التركيب بين عضو أو جزء من حيوان ووحدة من حيوان آخر . كلاهما يجدر من أصل مشترك فأراد الناظر مصفوط
Compressed	مختزل
	مختزل عروصا . ومفطع حابيا
Symbiosis	معايشة
	علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين؛ أنظر تبادل المنفعة . الطفيل
Enteron	معي
	تحويف هضمي . خاصة الجزء المثل بالإندودرم
Stomodeum	معي أمامي
	جزء تحويف الفم المبطن بالإندودرم
Proctodeum	معي خلفي
	الجزء الأخير من القناة الهضمية . القريب من الشرج . وهو مبطن بالإندودرم
Archenteron	معي قديم
	التحويف الهضمي الأولي لحين حيوان عديد الخلايا . يظهر أثناء تكوين الحاسترولة
Predator	مفترس

Sessile	كيس رقيق الحدار يحوى على سائل أو غار
	متبث جالس
	متبث بصفقاته . مستقر . عور حر الحركة
Ruminant	مجتر
	حيوان ثديي أرحى أكل نبات . يصنع الغذاء المجتر . كالقبرة أو الغزال
Community	مجتمع بيئي
	مجموعة من الكائنات من أنواع مختلفة تعيش معا . يجمع بينها متطلبات بيئية مشتركة
Urethra	مجري البول
	قناة تدفع بالبول من المثانة إلى الخارج في الثدييات . وتتصل بالأورقية الصادرة في الذكر .
Cloaca	مجمع
	الجزء الأخير من القناة الهضمية في العديد من الحشرات . مجرى عام من الأعضاء الهضمية والإخراجية والتناسلية في فقاريات عديدة .
Spermatophore	مجموعة موية
	حامل موى
	حزمة من الحيوانات الموية يطلقها الذكر وتنقل إلى الأنثى
Yolk	مح
	قطرات من الزيت أو الدهن تخزن داخل البيضة وتستخدم في تغذية جنين المستقبل .
Axis	محور
	المدار الذي ترتب حوله الأجزاء بطريقة متناظرة
Axon	محور الحلية العصبية
	رائدة للخلية العصبية تنقل المؤثرات بعيدا عن جسم الحلية
Peripheral	محيطي
	تجاه السطح . بعيدا عن المركز
Cerebrum	مح
	نصفا الكرة المخية
	الجزء الظهري الأمامي للمخ الأمامي في الفقاريات . يتركب من كتلتين نصف كرويتين
Cerebral	مخي
	نسبة إلى المخ ككل . أو إلى نصف الكرة المخي الظهري الأمامي . أيضا إلى العقد العصبية الأمامية اتجة الشكل في لا فقاريات مختلفة .
Cranial	مخي
	نسبة إلى الجمجمة أو المخ . مثل العصب المخي
Cerebellum	مخيخ
	التركيب الأمامي من المخ الخلفي
Syncytium	مدجج خلوي
	كتلة أو طبقة من البروتونلازم تحتوي على أنوية عديدة لا يفصل بينها أغشية خلوية
Solvent	مذيب
	سائل له القدرة على إذابة مواد معينة
Esophagus	مرءى
	جزء من القناة الهضمية بين البلعوم والمعدة
glottis	مزمار
	الفجوة التي تؤدي من البلعوم إلى القصبة الهوائية

يتنحها جسم الحيوان

حيوان يقتصر ويفترس حيوانا آخر ليتغذى عليه

Joint

مفصل مكان اتحاد عظمتين بمفصلتين أو أى تركيبين صلبين . أيضا

Articulate

مفصل يسبب إلى عقل الأطراف المفصلة

Depressed

مفلطح متصلح عموديا من أعلى

Amphicoelous

مقعر الوجهين مقعر عند كل الطرفين . كما في جسم بعض الفقرات

Convolved

ملتف ملتو

Palp

ملماس جزء بارز أو طرف . وهو حسي غالبا . يوجد على الرأس أو بالقرب من القدم في بعض اللافقاريات

Stimulus

مبه تغير في البيئة الخارجية أو الداخلية لكائن حي . له القدرة على التأثير على بعض فعاليات الكائن الحي أو أجزاء منه

Gonad

منسل عضو تكاثر (مبيض ، حوصلة . أو حتى) تتكون فيه الأمشاج

(بيض أو حيوانات منوية)

Seminal

سوى يسبب إلى تركيبات أو حيوانات منوية في سائل (مني)

Vagina

مهبل الجزء الأخير من القناة التناسلية الأنثوية . يستقبل عضو

الجماع الذكرى أثناء عملية الجماع

Matrix

موجد مادة بين الخلايا . كما في الأنسجة الصامة والعصروف . الخ

Metazoa

متاروا كعديات

حيوانات عديدة الخلايا . تترتب الخلايا في أنسجة عادة . وهي

تتضمن جميع الحيوانات ما بعد الإسفنجيات

Medusa

ميدوسة أحد نوعين من الأفراد في اللاسعات . وهي عادة حرة المعيشة

وتكاثر حسيا

Mesenchyma

ميزنكما أجراء من المبروردة في حين فقارى . ويكون الأنسجة الصامة

والمعانة

Mesoglea

ميروحليا هلام متوسط مادة هلامية بين الطبقتين الخلويتين الخارجية والداخلية لحيوان

ثنائي الطبقات . مثل قنديل البحر

Mesoderm

ميزودرم خلايا جينية أو طبقات حلوية بين الإكتودرم والإندودرم

Micrometer-Micron

ميكرومتر ميكرون وحدة قياس ميكروسكوبية . ٠.٠٠١ من المليمتر تمثل ب

um

Enamel

مينا غطاء كثيف أيضا على أسنان الفقاريات . وهو أصلب مادة

ن

Tissue

نسيج طبقة أو مجموعة من الخلايا في عضو أو جزء من الجسم ، يتميز

بأن له نفس التركيب والوظيفة

Maturation

نضوج - بلوغ المراحل الأخيرة في تكوين الخلايا التناسلية للتزاوج ، ويتم

انفصال الكروموسومات المتشابهة ، بحيث تحوى كل خلية أو

مشتبة على نصف عدد الكروموسومات (العدد الفردي)

Nephridium

نفرديدة عضو إخراجي في اللافقاريات (خلية أو أكثر) الطرف

الداخلي مقفل ، قد يفرغ أو ينتهي بخلية (خلية أنبوبية) .

أنظر أيضا الخلية الهلية

Metanephridium

نفرديدة بعدية عضو إخراجي أنبوي ، الطرف الداخلي يفتح في السبوم

والطرف الخارجي يفتح للخارج ، كما في دودة الأرض

Nucleus

نواة تركيب مميز من بروتوبلازم الخلية ، كاسر للنضوء ، به

كروماتين يتقل الصبغ شدة ؛ النواة تسيطر على الأنشطة

الأيضية ، وتوجد في خلايا جميع الكائنات عدا البكتيريا

Nucleolus

نوية كتلة بضاوية داخل النواة في معظم الخلايا ، وظيفتها غير

محددة . ولكنها تخفى أثناء الانقسام عبر المباش

Diurnal

نهاري النشاط ينحصر بالنشاط أثناء النهار

Species

نوع وحدة تصنيفية من الحيوانات أو النباتات

هـ

Hybrid

هجين نتاج أبوين متباينين في صفة وراثية أو أكثر ؛ متباين الصفات

Monohybrid

هجين منفرد نتاج الآباء التي تختلف في صفة واحدة فقط

Cilium, cilia

هذب . أهداب رائدة شعيرية الشكل ميكروسكوبية متصلة بسطح الخلية ؛

كثيرة العدد عادة ، ومزينة في صفوف ؛ لها القدرة على

الاهتزاز

Hormone

هرمون منظم أو منسق كيميائي تفرره خلايا أو غدد لا قوية ، وبمجملة

الدم أنظر الغدد الصماء

Digestion

هضم عملية تجهير الغذاء للانتمصاص والأبيض

Alimentary

هضمي اغذائي - غذائي تختص بالغذاء أو الهضم أو القناة الهضمية

Aerial

هوائي بعض أو يتواجد في الهواء

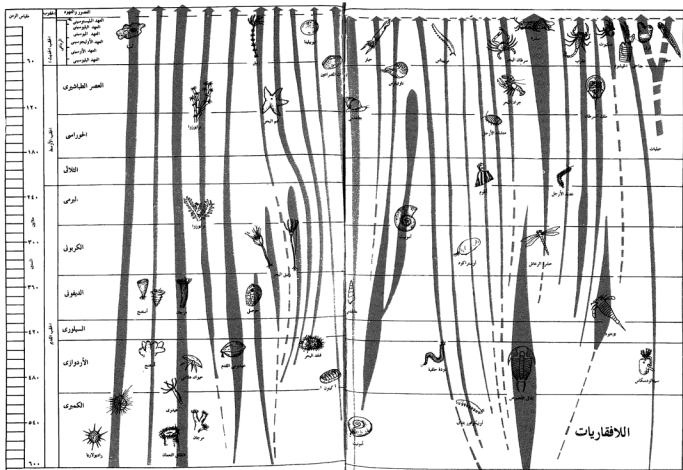
Habitat	وسط بيئة
	المكان العادي أو الطبيعي لفرد أو مجموعة من الكائنات
Function	وظيفة
	نشاط أو عمل أى جزء من الكائن الحي
Vas : Vasa	وعاء : أوعية
	وعاء أو قناة أنبوبية صغيرة . خاصة التى تخرج من الحصى
Vessel	وعاء
	تركيب أنسوى ينقل السوائل . خاصة الدم أو اللمف
Vascular	وعائى
	سلة إلى الأوعية أو القنوات التى تنقل الدم أو اللمف
Gastrovascular	وعائى معدى
	يقوم بطريقة الهضم والدوران
Viviparous	ولود
	يلد صغارا أحياء . تكون من بيض داخل جسم الأم . تأخذ غذاءها من دم الأم . كما فى معظم الثدييات
Ovoviviparous	ولود بيوض
	ينتج بيضا يتم حضائته وقفسه داخل جسم الأم . كما فى بعض الأسماك والزواحف واللافقاريات

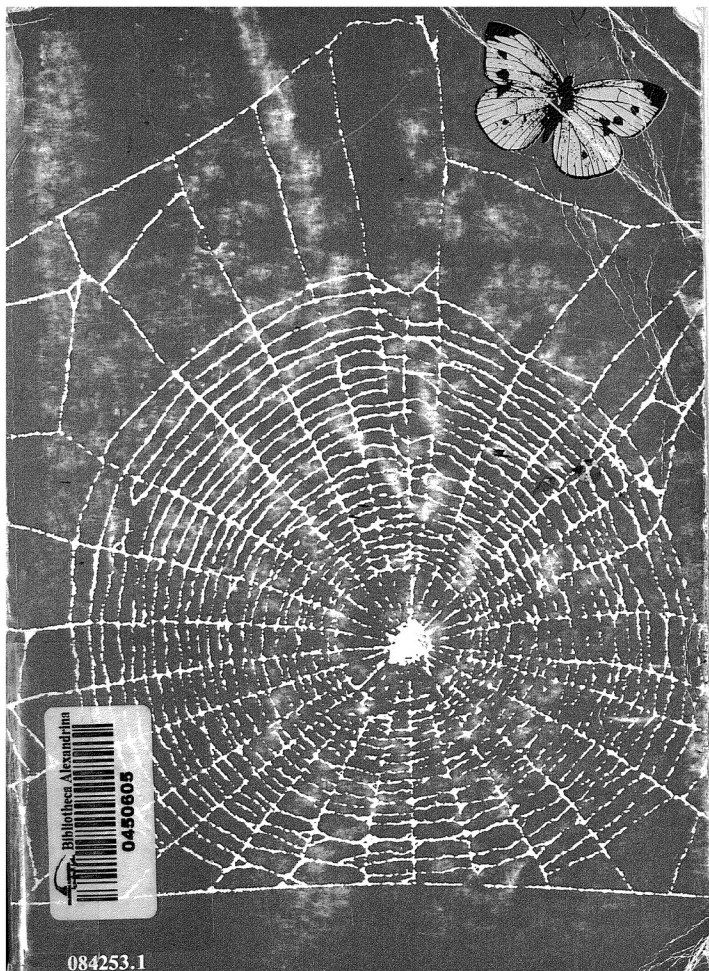
	ى
Ingest	يتلغ
	يأخذ الغذاء إلى مكان الهضم
Hibernate	يبيت شتوياً
	قضاء فصل الشتاء فى حالة سكون أو كمنون
Aestivate	يبيت صيفاً
	قضاء فصل الصيف فى حالة سكون وحول
Acclimatizee	يتأقلم
	يتعود على بيئة غير بيئته الأصلية .
Defecate-egest	يتبرز
	طرد بقايا الغذاء (الرار) من القناة الهضمية
Larva	يرقة
	طور مبكر لحياوان . اغدائى نشط عادة . بعد الحنين . يتحلف عن الطور البالغ
Trochophore	برقة مطوقة
	برقة مطوقة تروكوفور
	برقة لحويوانات لافقارية . لها طرف من الأهداب أو المنصف
Molt	يتسلخ
	يطرح الغلاف الخارجى مثل الحليد أو القسور أو الريش أو الشعر

Skeleton	هيكل
	الهيكال الصلب لجسم الحيوان ، يعمل كدعامة كما يحمى الأعضاء الرخوة ، قد يكون خارجياً أو داخلياً ، متأسكاً أو مفصلياً .
Visceral skeleton	هيكل حشوى
	هيكل الفكوك والأقواس الحشوية وتحوراتها التى توجد فى الفقاريات .
Exoskeleton	هيكل خارجى
	تركيب دعامى خارجى أو غطائى
Endoskeleton	هيكل داخلى
	تركيب أو هيكل دعامى داخلى
Axial skeleton	هيكل محورى
	أجزاء هيكل الفقاريات التى توجد فى محور الجسم
	الجمجمة ، الفقرات ، الضلوع ، والقص
Hemoglobin	هيموجلوبين
	المادة الملونة فى كريات الدم الحمراء و دم الفقاريات ، وأيضاً فى بلازما الدم فى بعض اللافقاريات ؛ وهو بروتين يحوى على حديد ، يتحد مع الأوكسجين وينقله إلى الأنسجة

و

Afferent	وارد
	وعاء أو تركيب ينتجه إلى مكان معين
Tendon	وتر
	شريط من نسيج صام متصلعضلة
Unit character	وحدة صفات
	صفة تظهر كوحدة تقريباً وراثياً ، وقد تورث مستقلة عن الصفات الأخرى
Solitary	وحيد - انفرادى
	يعيش وحيداً ، ليس فى مستعمرات أو مجموعات
Heredity	وراثية - توارث
	انتقال الصفات الطبيعية وغيرها من الآباء إلى الأبناء ، ميل الأبناء إلى الشبه بالآباء
Hereditary	وراثى
	انتقال الصفات بالوراثة من جيل لآخر
Vein	وريد
	وعاء يحمل الدم من الشعيرات تجاه القلب
Portal vein	وريد باقى
	وريد يتفرع إلى شعيرات قبل وصوله إلى القلب





Bibliotheca Alexandrina



0450605

084253.1